



НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru

ISSN: 2541-8394



№7(47)

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

МОСКВА, 2021



НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Сборник статей по материалам XLVII международной
научно-практической конференции*

№ 7 (47)
Сентябрь 2021 г.

Издается с декабря 2016 года

Москва
2021

УДК 51/53+62

ББК 22+3

Н34

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. кафедры строительных материалов Полтавского инженерно-строительного института, Украина, г. Полтава;

Данилов Олег Сергеевич – канд. техн. наук, научный сотрудник Дальневосточного федерального университета;

Маршалов Олег Викторович – канд. техн. наук, начальник учебного отдела филиала ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет" (НИУ), Россия, г. Златоуст.

Н34 Научный форум: Технические и физико-математические науки: сб. ст. по материалам XLVII междунар. науч.-практ. конф. – № 7 (47). – М.: Изд. «МЦНО», 2021. – 20 с.

ISSN 2541-8394

Статьи, принятые к публикации, размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

ISSN 2541-8394

ББК 22+3

© «МЦНО», 2021

Оглавление

Раздел 1. Технические науки	4
1.1. Информатика, вычислительная техника и управление	4
ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЁТА КВАДРОКОПТЕРА В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОИСКА БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО Кордюков Антон Владимирович Фоменко Светлана Александровна Фоменко Роман Николаевич	4
1.2. Metallургия и материаловедение	10
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ – КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ Гончаров Владимир Владимирович	10

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

1.1. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЁТА КВАДРОКОПТЕРА В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОИСКА БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Кордюков Антон Владимирович

*канд. техн. наук, доцент,
Рыбинский государственный авиационный
технический университет имени П. А. Соловьева,
РФ, г. Рыбинск*

Фоменко Светлана Александровна

*канд. экон. наук, доцент,
Рыбинский колледж МУБиНТ,
РФ, г. Рыбинск*

Фоменко Роман Николаевич

*канд. техн. наук, доцент,
Рыбинский государственный авиационный
технический университет имени П. А. Соловьева,
РФ, г. Рыбинск*

THE PLANNING THE FLIGHT PATH OF A QUADROPTER IN VARIOUS SEARCH MODES FOR THE SOSNOVSKY HOGWEED

Anton Kordyukov

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Rybinsk State Aviation Technical University
named after P. A. Solovyov,
Russia, Rybinsk*

Svetlana Fomenko

*Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor, Rybinsk College of MUBiNT,
Russia, Rybinsk*

Roman Fomenko

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Rybinsk State Aviation Technical University
named after P. A. Solovyov,
Russia, Rybinsk*

Аннотация. Показано, что существующие технологии позволяют уменьшить распространение опасного растения – борщевик Сосновского путем его переработки в биотопливо или уничтожением гербицидами. Предложен алгоритм работы программного аппарата системы, отражающий этапы принятия решений и алгоритм построения траектории полёта дрона в различных режимах поиска.

Abstract. It is shown that the existing technologies allow to reduce the spread of a dangerous plant-Sosnovsky's hogweed by processing it into biofuels or destroying it with herbicides. An algorithm for the operation of the system's software apparatus reflecting the stages of decision-making and an algorithm for constructing the drone's flight path in various search modes is proposed.

Ключевые слова: борщевик Сосновского; переработка биомассы в биотопливо; траектория полета дрона.

Keywords: Sosnovsky's hogweed; processing of biomass into biofuels; the flight path of a drone.

Борщевик Сосновского – искусственно выведенный вид. Основная угроза борщевика Сосновского в том, что он способен вызвать ожоги

на теле человека. Размножение и распространение борщевика трудно поддается контролю. Растения быстро дичают, вырастают плотными зарослями по обочинам дорог, в низинах и на пашнях, вытесняя полезные растения, разрушая сложившиеся биоценозы, и как следствие, нарушая экологический баланс. Однако данное растение можно использовать с экономической и социальной пользой. Борщевик Сосновского, как исходное сырье для производства биотоплива, обладает рядом преимуществ по сравнению со специально культивируемыми культурами. Во – первых, сок борщевика в период от цветения до бутонизации содержит от 17 до 30% сахара [1]. Во – вторых, данное растение практически не требует затрат на возделывание и после посадки не нуждается в уходе. Необходимо создать техническую систему, выполняющую сбор информации, поиск борщевика дронами, определение биомассы, определение дальнейших действий по переработке или уничтожению борщевика гербицидами. Алгоритм работы программного аппарата системы, отражающий этапы принятия решений, показан на схеме (рисунок 1) [2, с. 41].

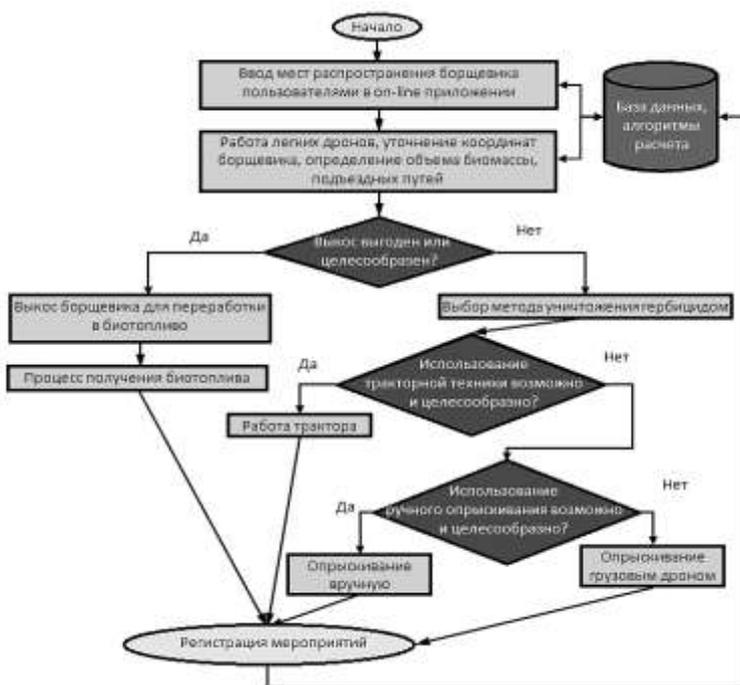


Рисунок 1. Алгоритм работы программного аппарата системы, отражающий этапы принятия решений

Современные технологии позволяют эффективно проводить мониторинг территорий с целью выявления распространения борщевика [3-5]. При решении задачи поиска и оценки районов распространения борщевика можно выделить следующие вероятные цели полёта:

1. Достижение заданных координат, полученных из приложения ранее, с целью проверки и уточнения расположения борщевика.

2. Первоначальный облёт обширной территории на большой высоте по оптимальной траектории с целью поиска и фиксации зарослей борщевика, отделение его от остальной поросли, выделение перспективных районов.

3. Облёт перспективных районов с целью поиска и обнаружения борщевика по заранее построенной оптимальной траектории.

Постановка задачи построения оптимального пути облёта территории будет разниться в зависимости от вышеуказанных целей полёта. Построение оптимальной траектории полета должно быть основано на использовании оптимизационной функции, ограничениями которой будут выступать следующие факторы:

1. Время полёта квадрокоптера (определяется его характеристиками).

2. Высота подъёма квадрокоптера для уверенного (до 90-95%) распознавания борщевика.

3. Высота обзора, для определения перспективных участков (законами Российской Федерации ограничивается 200 метрами, без получения разрешения на полёт).

4. Технические характеристики квадрокоптера: разрешение камеры, мощность винтов, емкость батареи, а также его условная стоимость.

5. Погодные условия: сила ветра, его направление, облачность и т.п.

6. Дальность устойчивой связи с управляющим компьютером.

7. Состояние борщевика в зависимости от времени года.

Работа по обнаружению борщевика будет строиться в следующей последовательности:

1. Предварительный обзор с максимально возможной высоты перспективной области с фиксацией на фото и видео.

2. Возврат к рабочей станции и передача материалов на компьютер.

3. Обработка изображений, распознавание и выделение перспективных областей для поиска борщевика с помощью нейронных сетей.

4. Построение оптимальной траектории полёта квадрокоптера с целью отработки наибольшей площади выделенных перспективных участков на высоте достаточной для уверенного распознавания борщевика.

5. Вылет и отработка полётного задания с возможностью его корректировки в полёте.

6. Возврат и обработка полученных фото и видео материалов перспективных областей.

7. Определение экономической целесообразности переработки борщевика.

Как видим из предложенного выше алгоритма работы по обнаружению зарослей борщевика, возникает ряд оптимизационных задач, которые будут реализовываться на различных этапах выполнения работ.

При решении задачи достижения заданных координат, задача определения полётного задания становится достаточно тривиальной и включает в себя следующие этапы:

1. Подъём на заданную высоту, не препятствующую траектории движения квадрокоптера.

2. Достижение заданных координат.

3. Фиксация (фотографирование) указанного места.

4. При необходимости снижение для получения более детального снимка.

5. Возврат на заданную высоту.

6. Возврат на стартовую позицию.

При решении задачи облёта территории по заданной траектории, необходимо выбрать стратегию построения траектории полёта БЛА (спираль, змейка, перемещение с облётом заданных координат и т.п.), а затем выполнить построение оптимальной траектории с учётом всех ограничений, накладываемых на полёт. Фактически мы имеем задачу построения пути движения точки в пространстве. Для этого необходимо определить допустимое пространство поиска с заданной дискретизацией (например, на равные прямоугольники) и наложить на него необходимые пространственные ограничения. Всё это позволит определить свободное для перемещения пространство и занятые по тем или иным причинам области. Затем задаём общую стратегию полёта (определённую кривую или прямую) движения. Далее с помощью одного из алгоритмов оптимизации пути на графах находим оптимальную траекторию внутри заданной стратегии. Для этого могут использоваться следующие алгоритмы:

1) Алгоритм поиска A^* (прима) Определяет маршрут с наименьшей стоимостью между начальной и целевой точками. Просматриваются все возможные пути между начальной и целевой точкой. Особенностью является то, что учитывается пройденное расстояние до каждой точки. Алгоритм A^* всегда сходится при наличии свободного пути. Однако

может быть затронуто с точки зрения обчёта всех допустимых состояний пространственного расположения БЛА.

2) Алгоритм Дейкстры. Как в A^* , строится кратчайший путь дерева с выбранной исходной точкой в качестве корня. Поддерживаются два комплекта, первый набор точек, включенных в кратчайшее дерево пути и точки второго набора, являются кандидатами, но еще не включены в дерево кратчайшего пути. На каждой итерации ведётся поиск точки из второго набора, обеспечивающей минимальное расстояние от исходной. Время сходимости алгоритма пропорционально числу препятствий на карте.

3) Jump Point Search (прыжковые точки) Улучшенная версия алгоритма поиска пути A^* . Отличие состоит в том, что ускорение поиска пути достигается благодаря «перепрыгиванию» точек, которые исключаются из расчёта. Такие точки описываются двумя правилами выбора соседей в процессе рекурсивного поиска: отдельное правило обработки при прямолинейном движении без изменения высоты и отдельное – для изменения с изменением высоты.

Список литературы:

1. Гигантские борщевики - опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский. Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси: Минск, 2009. – 21 с.
2. Фоменко Р.Н. Разработка системы управления распространением борщевика Сосновского путем его переработки в биотопливо // Magyar Tudományos Journal, Венгрия, 2019. – №. 27 – С. 41-47.
3. Алдошин Д.В. Планирование пространственных маршрутов для БПЛА с использованием поиска на графах. // Молодёжный научно-технический вестник. 2013 – №2.
4. Яковлев К.С., Баскин Е.С. Графовые модели в задаче планирования траектории на плоскости // Искусственный интеллект и принятие решений – 2013 – №1 – с. 5-12.
5. Рогозин Е.А., Гайдай В.А., Мельников А.В. Построение оптимальной траектории полёта беспилотного летательного аппарата при выполнении задачи поиска // Вестник Воронежского института МВД России – 2017 – №1 – с. 52-62.

1.2. МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ – КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Гончаров Владимир Владимирович

*АО «НПО Лавочкина»,
РФ, г. Химки*

COMPARISON OF COMPUTED TOMOGRAPHY WITH ULTRASONIC CONTROL METHOD

Goncharov Vladimir

*AO «NPO Lavochkin»,
Russia, Khimki*

Аннотация. Исследованы детали и заготовки, изготовленные из алюминиевых сплавов с использованием ультразвукового контроля и компьютерной томографии. Показан перспективный метод неразрушающего контроля – компьютерная томография и рассмотрены ее преимущества по сравнению с ультразвуковым методом контроля.

Abstract. Details and work pieces made of aluminum alloys were studied using radiographic control and computed tomography. A promising method of nondestructive testing-computed tomography is shown and its advantages in comparison with the ultrasonic method of control are considered.

Keywords: non-destructive testing; computed tomography (CT); tomography; ultrasonic inspection (UT); defectoscope

Ключевые слова: неразрушающий контроль; компьютерная томография (КТ); томограф; ультразвуковой контроль (УЗК); дефектоскоп.

Часто при контроле деталей из металлических материалов возникают сложности в определении характера неоднородностей и природы их возникновения.

Цель настоящей работы – показать целесообразность применения томографии как дополнительного источника информации при формировании экспертного мнения по этим неоднородностям на примере алюминиевого сплава АМг6.

Исследования проводили на деталях и заготовках, изготовленных из алюминиевого сплава АМг6, следующими методами контроля: ультразвуковым (УЗК), компьютерной томографией (КТ).

Томографию деталей и заготовок осуществляли промышленным компьютерным томографом V|tome|x m 300 General Electric (Германия) [1, 2].

Факультативно КТ проводилась на четвертом (УЗК поковок) этапе производства деталей, где соответственно сравнивался УЗК с КТ.

Рассмотрим неоднородности в материале изделия, которые помогла выявить КТ на этапе УЗК поковок. По сравнению с другими способами контроля УЗК имеет следующие основные преимущества:

- лучшее выявление плоскостных дефектов;
- высокая скорость контроля;
- безопасность для персонала.

При определенных недостатках УЗК (необходимость разработки специальных методик и ультразвуковых преобразователей для каждой контролируемой детали для изделий с неплоской поверхностью; относительная сложность расшифровки результатов контроля, определения места расположения, размера и характера дефекта) этот метод контроля благодаря высокой производительности и малой стоимости является наиболее распространенным.

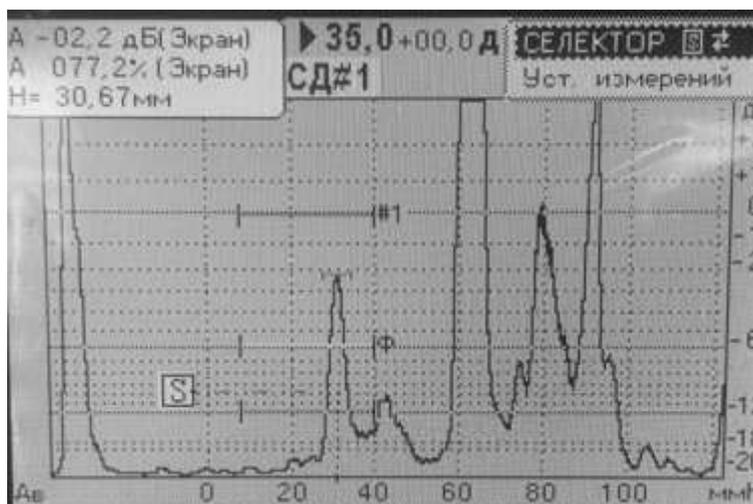
Ультразвуковой контроль полуфабрикатов из алюминиевого сплава АМг6 проводили эхо-методом с помощью дефектоскопа УД9812 совместно с преобразователями П111-2,5-14 и П112-2,5-14. Вследствие сложности расположения несплошностей в объекте контроля применяли преобразователи с частотой 2,5 МГц.

Использование более высоких частот при контроле оказывает влияние на отраженные эхосигналы от несплошностей, расположенных не перпендикулярно к направлению ввода ультразвуковых волн. Согласно требованиям технологической инструкции 023000.25020.00046 [3] для алюминиевых сплавов диаметр контрольного отражателя для регистрации устанавливается на уровне 1,6 мм, что соответствует площади 2 мм². В связи с этим настройку прибора выполняли по стандартным образцам с искусственным дефектом типа «плоскодонное отверстие» диаметром 1,6 мм.

В качестве поискового был принят уровень эхоимпульса ниже уровня фиксации, указанного в технологической инструкции

023000.25020.00046 [3], на 6 дБ. В процессе контроля в области центра продольной оси поковки были выявлены множественные эхоимпульсы выше поискового уровня, но ниже уровня фиксации. В центральной области наблюдались также множественные эхосигналы ниже поискового уровня.

Снимок экрана дефектоскопа, показывающий А-скан с эхосигналом от возможного дефекта при контроле преобразователем П112-2,5-14 приведен на рисунке 1. На рисунке 1 строб #1 показывает уровень браковки при ультразвуковом контроле, строб Ф – уровень фиксации, П – поисковый уровень, S – селектор, предназначенный для выбора режима измерений.



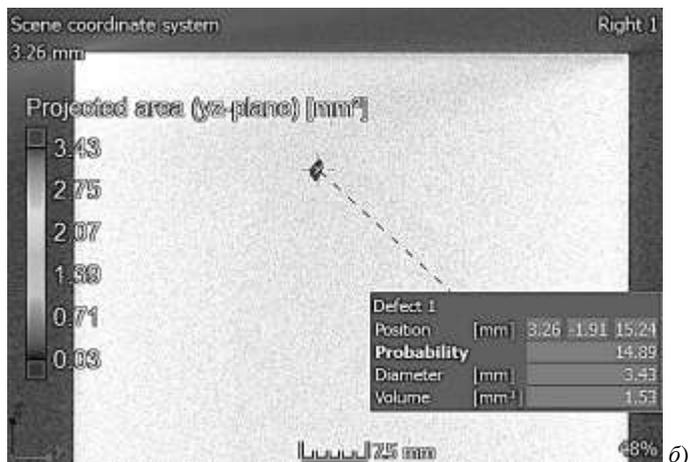
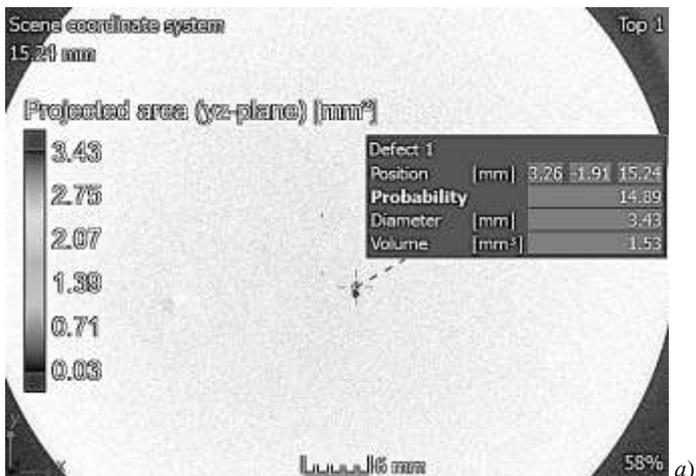
#1 – уровень браковки; Ф – уровень фиксации, П – поисковый уровень, S – селектор, предназначенный для выбора режима измерений

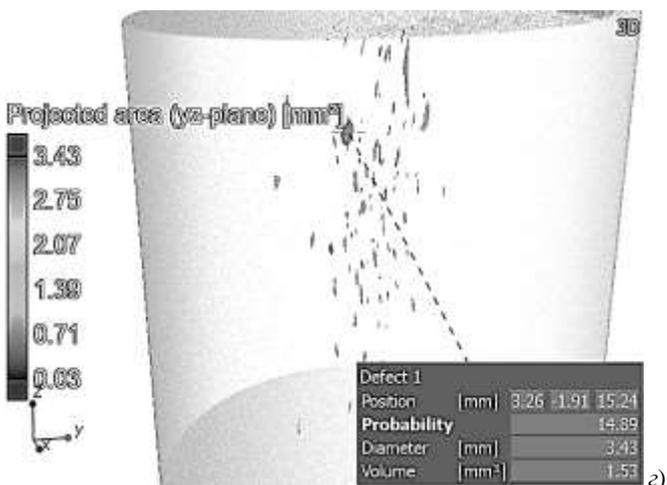
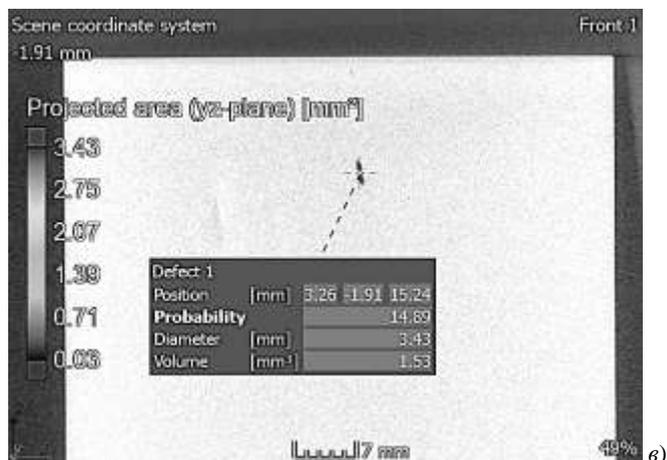
Рисунок 1. Снимок экрана дефектоскопа, показывающий А-скан экрана дефектоскопа с эхоимпульсами, наблюдаемыми в процессе контроля

Как видно из рисунка 1, уровень эхосигналов оказался ниже уровня регистрации на 2,2 дБ. Подобный уровень эквивалентного отражения можно получить от несплошности площадью около 1,55 мм².

Для анализа эхоимпульсов УЗК алюминиевой поковки проводили ее томографию, за один сеанс которой была построена 3D модель (рисунок 2).

Автоматическое определение дефектов осуществляли при помощи дополнительного модуля к программе VGStudio MAX, в котором использовался алгоритм поиска пор VGDefX объемом от 0,01 до 5 мм³. На рисунке 2 представлено томографическое изображение, которое состоит из трех ортогональных разрезов поковки (Top 1, Right 1, Front 1) и 3D модели с прозрачностью 70 % для видимости цветных дефектов и их формы. В нашем случае сечение проведено в месте дислокации дефекта объемом 1,53 мм³ (рисунок 2).





defect 1 – дефект 1; position – позиция дефекта; probability – вероятность дефекта; diameter – диаметр дефекта; volume – объем дефекта; projected area – проекция дефекта на плоскость; а – вид сверху (top 1); б – вид сбоку (right 1); в – вид спереди (front 1); г – объемная модель поковки (3D)

Рисунок 2. Томографический снимок поковки из сплава АМг6

Анализ полученных изображений двух видов показывает, что пики на А-сканах дефектоскопа, показанные на рисунке 1, представляют собой эхосигналы от внутренних несплошностей, образовавшихся из газовых пузырей или неметаллических включений при прокатке или

ковке, распространяющиеся ближе к оси поковки и вдоль волокон металла.

Шлаковые и песчаные включения не способны пластически деформироваться и при обжатии слитка распадаются на большое число обломков с острыми углами, образуя при вытяжке цепочки вдоль волокон.

Программное обеспечение томографа обладает возможностью определения размера в любой плоскости. В нашем случае размеры дефектов колеблются по оси X от 0,19 до 1,2 мм, по оси Y от 0,17 до 1,66 мм и по оси Z от 0,26 до 7,1 мм с максимальной площадью проекции до 3,43 мм² (площади проекций по оси Z показаны цветной масштабной линейкой). Меньший уровень площади проекции несплошности, выявленный при УЗК, объясняется использованием непритертого пьезоэлектрического преобразователя. Однако следует отметить, что протяженные дефекты с шириной раскрытия меньше 1 мм при УЗК выявлены не были. Это обусловлено физическими свойствами ультразвуковой волны (дифракция ультразвуковых волн) и требованиями технологической инструкции, предотвращающими перебраковку заготовок при проведении неразрушающего контроля.

Таким образом, характер полученных дефектов КТ свидетельствует о недопустимости дальнейшего использования исследуемой поковки для изготовления фланца, работающего под давлением. Можно использовать эту поковку для изготовления других деталей, предварительно удалив сердцевину с дефектами, границы сверления которых легко определяются в программном обеспечении.

При помощи специализированного программного обеспечения VGStudio MAX можно увидеть сечение исследуемого объекта любой плоскостью, провести анализ пор, пустот, сопоставить ее с CAD-данными исследуемого объекта, а также импортировать полученную модель объекта в CAD-систему (обратное проектирование).

В работе предложена усовершенствованная таблица выбора соответствующего метода неразрушающего контроля [4, с. 83].

Таблица.

Рекомендации по применению методов неразрушающего контроля

Дефекты, объекты контроля, их характеристики и условия контроля	Применимость методов дефектоскопии:						
	1	2	3	4	5	6	7
Дефекты производственного происхождения							
В поковках, штамповках и профилях							
Закаты, заковы	Ш	О	О	Ш	Н	Н	Ш
Флокены	О	Н	О	Ш	Н	Н	Ш
Расслоения, внутренние трещины	Н	Н	Н	Ш	Н	О	Ш
Трещины и рванины, выходящие на поверхность	Ш	Ш	О	Ш	Н	Н	Ш
Включения	О	О	Н	Ш	Н	О	Ш
Возникшие при сварке:							
Трещины	Ш	Ш	Ш	Ш	Н	О	Ш
Непровары	Ш	Н	Н	Ш	Н	О	Ш
Шлаковые включения	Н	Н	Н	О	Н	Ш	Ш
Раковины, пористость	Н	О	Н	О	Н	Ш	Ш
Возникшие при пайке:							
Трещины	Н	О	Н	О	О	О	Ш
Непропаи	Н	О	Н	О	О	Ш	Ш
Пористость	Н	Н	Н	О	Н	Ш	Ш
Возникшие при механической обработке							
Шлифовочные трещины	Ш	Ш	О	О	Н	Н	Ш
Рихтовочные трещины	Ш	Ш	Ш	Ш	Н	О	Ш
Надрывы	Ш	Ш	Н	Н	Н	Н	Ш
Разностенность и подрезы	Н	Н	Н	Н	Н	Ш	Ш
Возникшие при термической обработке							
Закалочные трещины	Ш	Ш	Ш	Ш	Н	О	Ш
Несоответствие структуры	Н	Н	О	Н	Н	Н	Ш (нано КТ)
Несоответствие толщины упрочненного слоя	Н	Н	О	Ш	Н	Н	Ш (нано КТ)
Возникшие при литье:							
Раковины, пористость	Н	О	Н	Ш	Н	Ш	Ш
Трещины (поверхностные)	Ш	Ш	Ш	Ш	Н	О	Ш
Разностенность	Н	Н	Н	Н	Н	Ш	Ш
Ликвация	Н	Н	Н	Ш	Н	Ш	Ш
Спаи	Ш	О	О	Ш	Н	Н	Ш
Включения	О	Н	Н	Ш	Н	Ш	Ш

Продолжение таблицы

Дефекты, возникающие при эксплуатации							
Усталостные и другие открытые трещины	Ш	Ш	Ш	Ш	Н	О	Ш
Точечные коррозионные поражения	Н	Ш	Н	О	Н	Ш	Ш
Механические повреждения поверхности (забоины, вмятины, риски и др.)	Н	Н	Н	О	Н	Н	Ш
растрескивание и межкристаллитная коррозия	Н	Ш	О	Ш	Н	О	Ш
деформация и разрушение закрытых деталей	Н	Н	Н	О	Н	Ш	Ш
трещины и коррозионные поражения в закрытых участках	Н	Н	Н	О	Н	О	Ш
Зоны и условия контроля							
Контроль всей поверхности	Ш	Ш	О	О	О	Ш	Ш
местный контроль (отдельных зон)	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
Демонтированные детали	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
Недемонтированные детали (контроль в узле)							
При доступе с двух сторон	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш (малогабаритные)
При доступе с одной стороны (дефект с противоположной)	Н	Н	О	Ш	Ш	Н	Ш (малогабаритные)
При ограниченных подходах (в труднодоступных местах)	Н	Н	О	О	Н	О	Ш (малогабаритные)
При отсутствии подходов (закрытые детали)	Н	Н	Н	О	Н	О	Ш (малогабаритные)
Место расположения дефектов							
Поверхностные	Ш	Ш	Ш	О	Н	Ш	Ш
Подповерхностные (на глубине 0,3-1 мм)	О	Н	О	О	О	Ш	Ш
Внутренние (глубинные дефекты)	Н	Н	Н	Ш	О	Ш	Ш
Дефекты, расположенные в ослабленных участках детали (галтелях, пазах, отверстиях, на острых кромках и т.д.)	Ш	Ш	Ш	О	Н	Ш	Ш
Физические свойства материала контролируемых объектов							
Ферромагнитные	Ш	Ш	О	Ш	Ш	Ш	Ш
Немагнитные с мелкозернистой структурой	Н	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
Немагнитные с крупнозернистой структурой	Н	Ш	Ш	О	Ш	Ш	Ш
Неметаллические	Н	О	Н	Ш	Ш	Ш	Ш

Продолжение таблицы

Форма и размеры контролируемых деталей							
Простая (одинакового сечения)	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
Сложная (с различной кривизной в зоне контроля)	Ш	Ш	О	О	Н	Ш	Ш
Крупногабаритные и массивные	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	О	О
Микродетали (миниатюрные изделия)	Н	О	О	Н	Н	О	Ш
Микродетали толщиной более 1 мм	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
Микродетали толщиной менее 1 мм	Ш	Ш	Ш	О	Н	О	Ш

Примечание – Магнитопорошковый метод – 1; капиллярный – 2; токовихревой (накладных датчиков) – 3; УЗК – 4; акустический – 5; метод рентгенографического и γ -контроля – 6; компьютерная томография (КТ) – 7; Ш – широкая применимость метода; О – ограниченная; Н – неприменимый

Список литературы:

1. Промышленный компьютерный томограф V|tome|x m240/m300 [Электронный ресурс]: группа компаний Ostec. – электрон. дан. – Режим доступа: <http://ostec-3d.ru>.
2. Гончаров В.В. Компьютерная томография в металловедении / В.В. Гончаров // Тринадцатая Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием) «Будущее машиностроения России» (Москва, 22–25 сентября 2020 г.): сборник докладов: в 2 т. / Союз машиностроителей России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020 . Т. 1. С. 121-124
3. Технологическая инструкция 023000.25020.00046. Изготовление поковок и штамповок из черных и цветных металлов и сплавов / Введена 18.11.2013. Химки: АО НПО им С.А. Лавочкина, 2013. 52 с.
4. Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. М.: Изд-во «Металлургия», 1981. 648 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Сборник статей по материалам XLVII международной
научно-практической конференции*

№ 7 (47)
Сентябрь 2021 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 06.09.21. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 1,25. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: tech@nauchforum.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3



НАУЧНЫЙ
ФОРУМ
nauchforum.ru