

УДК 621.317.4

Н.В. Воронай, Н.Г. Мороз

МЕТАЛЛОИСКАТЕЛИ КАК ОБЪЕКТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Определены основные характеристики для выбора металлоискателя при проведении операций по гуманитарному разминированию. Рассмотрены принципы действия металлоискателей.

Гуманитарное разминирование (ГР) требует высокой степени очистки территорий (~100%) от взрывоопасных предметов (ВП). Но до сих пор для поиска мин в полевых условиях используются или специально обученные собаки или металлодетекторы (МД). Основная проблема при использовании МД – большое количество ложных обнаружений, требующих тщательной проверки (1:100–1:1000, в зависимости от состава грунта) [1].

Гуманитарное разминирование проводится в разнообразных условиях, т. е. на разных почвах, в широком температурном диапазоне, в различных климатических зонах. Поэтому приходится использовать различные модели металлоискателей [2–6]. Для выбора соответствующего прибора необходимо учитывать условия его использования. В связи с отсутствием соответствующих стандартов, которые могли бы облегчить выбор металлоискателя, мы, для облегчения этой проблемы, рассмотрим принципы действия существующих миноискателей, внешние факторы, влияющие на их работу, и основные технические характеристики.

Функциональное назначение металлоискателя в общем случае довольно широкое: от поиска цветных металлов до обнаружения предметов из ферромагнитных металлов. Для целей гуманитарного разминирования эти приборы используются широко и довольно длительное время. В зависимости от принципа действия металлоискатели можно разделить на пять групп [2].

1. Устройства с ВГО (зависимый генератор)

При попадании металла в зону действия катушки прибора происходит срыв генерации, т. е. в наушниках пропадает звуковой сигнал, что и говорит о нахождении цели.

2. Устройства, работающие по принципу уравновешенной индукции (индукционный баланс)

Поисковая головка состоит из двух катушек, одна из которых наводит переменное магнитное поле, а другая расположена так, что поле в нормальном состоянии вокруг неё уравновешено. На выходе нет электрического сигнала в идеале. Но в действительности в приёмной катушке всё же имеется некоторый сигнал, обусловленный не идеальностью конструкции. Электронные схемы учитывают его и вырабатывают компенсационный сигнал. Если металлические предметы попадают в поле действия катушек, то они изменяют конфигурацию магнитного поля, разбалансируя систему. В результате – на выходе приёмной катушки появляется сигнал. Этот сигнал усиливается и обрабатывается электронными схемами. Оператор получает информацию об относительной удельной проводимости металла, глубине залегания и т. д.

3. Устройства, работающие по принципу импульсного индуктивного метода

Катушка генерирует магнитные импульсы, которые наводят ток во всех металлических предметах, попавших в магнитное поле. В перерывах между импульсами, приёмник принимает отклик, усиленный и обработанный электронными схемами.

4. Устройства, работающие по принципу расстройки

Работают на основе определения малых изменений индуктивности поисковой катушки под воздействием железных предметов, в результате чего происходит изменение частоты.

5. Магнитометры

Эти приборы работают по принципу определения малых аномалий интенсивности магнитного поля Земли, могут детектировать только железные предметы.

Вот несколько образчиков металлоискателей:

Металлоискатель Р6/2 (Англия) – это индукционный импульсный прибор, имеющий в комплекте два сменных контура (большой и малый) и два щупа (короткий и длинный). Прибор имеет автоматическую установку баланса, снижающую влияние типа грунта. С помощью большого контура можно обнаружить пистолет на глубине 0,4 м, а двухпенсовую монету – 0,2 м.

Металлоискатель EL1302A (Германия) работает на принципе регистрации нарушения магнитного поля Земли, вызываемого наличием металлического объекта. Он выполнен в виде вертикально располагающегося щупа со штангой, имеет семь уровней чувствительности и рассчитан на поиск мин, снарядов и авиабомб на значительных удалениях. Индикатором обнаружения является стрелочный прибор или головные телефоны.

Металлоискатель EL1302B (Германия) работает в системе с персональным компьютером и приёмным устройством, сигналы которого анализируются и отображаются на экране.

Некоторые мины имеют только металлические ударники. Чувствительные миноискатели, например, AN/PSS-12 (США) способны обнаруживать малые металлические компоненты на глубине до 35 см, снаряды и бомбы – до 1,5 м.

Миноискатель METEX 4.125 (Германия) обнаруживает алюминиевый или медный предмет $25 \times 12 \times 1$ мм³ на глубине до 25 см, стальной, цинковый или латунный – до 28 см.

Миноискатель F1 (Франция) обнаруживает металлические детали весом 1 г на глубине 10 см, 20 г – до 30 см, 100 г – до 45 см.

В армиях стран СНГ имеются ручные миноискатели и размещаемые на транспортной технике [3].

Например, ручной миноискатель ИМИ – индукционный полупроводниковый прибор индивидуального пользования, предназначен для поиска противотанковых и противопехотных мин, установленных в грунте (снегу), корпуса которых изготовлены из металла. Глубина обнаружения: для противотанковых мин ТМ-46 – не менее 40 см; для противопехотных мин ПМД-6 с металлическим взрывателем МУВ – не менее 8 см.

Широкозахватный индукционный миноискатель РШМ-2, который устанавливается на инженерной разведывательной машине, предназначен для поиска на суше и на мелководье противопехотных и противотанковых мин, имеющих корпуса, которые изготовлены из металла. Принцип работы основан на излучении электромагнитного поля, создаваемого при протекании переменного тока заданной частоты через генераторную катушку датчика. При наличии объекта поиска создаётся вторичное электромагнитное поле, которое индуцирует переменный ток в приёмных катушках датчика, который преобразуется для выработки сигналов «автостоп» для автоматической остановки машины в момент обнаружения. Имеются также миноискатели для поиска противотанковых, противопехотных мин с любыми корпусами (РВМ-2).

Переносные индукционные металлоискатели ИМП-2, ИМП-2К предназначены для поиска металлических и металлодержащих предметов, скрытых в грунте, в снегу и под водой на глубине до 0,6 м. Металлоискатели снабжены системой автоподстройки для поиска в различных условиях. Глубина обнаружения в зависимости от размеров объекта поиска: в грунте при любой влажности и в снегу – до 0,4 м; на грунте под водой – до 1 м.

Селективный переносной индукционный металлоискатель ИМПС обеспечивает высокую точность определения координат (размеров) скрытого объекта и позволяет различать до 16 классов объектов поиска, в зависимости от совокупности проводящих свойств металлов, габаритов и формы. Прибор имеет три режима работы: общий поиск, настройка и селективный поиск. Дальность обнаружения объектов – 0,5 м. Селективный металлоискатель обеспечивает обнаружение объектов на грунте бродов глубиной не более 1 м.

Австрийський міноискатель AN-19/2 імпульсного типу виявляє металічний предмет вагою 0,3 г на глибині 10 см, протитанкову міну – на глибині 0,5 м. Чувствителі́сть цього при́бора не залежить від температури оточуючої середовища (може працювати при температурах від –44 до +55°C. Працюючі поруч аналогічні міноискатели не впливають на його роботу. Швидкість переміщення також не впливає на його чутливість [4].

Ферролокатор (бомбоискатель) ФТ-100А виявляє окремі ферромагнітні об'єкти, такі як боєприпаси (авіабомби, артилерійські снаряди, мінометні та інженерні міни), люки колодців, трубопроводи та ін., розташованих поза зоною чутливості звичайних металіскаателей (індукційних міноискателей).

При́бор дозволяє вести по́иск тільки предметів з ферромагнітних сплавів, ігноруючи предмети з інших металів. Найбільша чутливість при́бора проявляється при по́иску протяжених вертикально розташованих предметів та предметів, які мають власне магнітне поле. Характерними особливостями при́бора є простота управління, міцна ударозахи́щена конструкція, водозахи́щений преобразователь для по́иску в воді на глибині до 0,8 м, індикація заряду акумулятора.

Глибинний переносний індукційний металіскаатель ІМБ призначений для по́иску металічних та металісодержачих об'єктів. Максимальна глибина виявлення – до 2 м. Ширина смуги місцевості, розвіданої за один проход – до 1,5 м. Швидкість переміщення оператора по місцевості – від 0,7 до 3,0 км/ч. Мінімальна відстань між працюючими пристроями – 100 м.

Далі розглянемо основні характеристики, які допоможуть при виборі металіскаателя для проведення операцій по гуманітарному розмінуванню.

<i>Назначение</i>	Поиск противопехотных и противотанковых мин, снарядов и бомб.
<i>Рекомендуемая область применения</i>	Основным предметом анализа этой характеристики металіскаателя являются свойства почвы, а именно: влажность, минерализация, наличие растительности, неровности.
<i>Мобильность</i>	Как правило, все металіскаатели являются носимыми.
<i>Тип управления</i>	Ручной, автоматический и дополнительные режимы.
<i>Методы, используемые для определения местонахождения цели</i>	Разновидностями электромагнитных методов являются вихревые (индукционные) с различными видами намагничивающего поля и магнитные с использованием естественного магнитного поля земли или искусственного магнитного поля.
<i>Способы индикации обнаружения целей</i>	Существует несколько способов определения (отображения) наличия цели: звуковой и визуальный. Звуковой – громкость и тон. Визуальный – стрелочный, светодиодный, графический, картографический.
<i>Максимальная глубина обнаружения (чувствительность)</i>	Параметр определяет максимальную глубину, на которой металіскаатель сможет обнаружить цель.
<i>Метод поиска</i>	Действия оператора при проведении операции поиска ВП.
<i>Требования к расстоянию между двумя миноискателями для их надёжной работы</i>	При работе двух металіскаателей появляется взаимное влияние друг на друга. Для того, чтобы исключить это влияние принято определённое расстояние работы между ними, например 7 метров.
<i>Время приведения металіскаателя в рабочее состояние после включения питания</i>	Параметр определяет время, через которое металіскаатель будет готов к работе, т. е. его параметры будут соответствовать заявленным.

<i>Время непрерывной работы и тип электропитания</i>	Характеристика определяет, как долго может оператор работать без замены источника питания в металлоискателе, а также тип батареи и её основную характеристику – электрическую ёмкость.
<i>Надежность обнаружения</i>	Основной параметр металлоискателя; он определяет, с какой вероятностью будет обнаружена цель.
<i>Селективные характеристики</i>	Характеристика отражает возможность металлоискателя находить металлические предметы разных размеров и состава.
<i>Помехоустойчивость</i>	<p>Следует отметить, что в процессе поиска мин состав грунта оказывает влияние на металлоискатель. Для снижения этого влияния используется экранировка катушек и специальные схемотехнические решения. Метод исключения влияния земли в зарубежной литературе получил название GEB (Ground Exclusion Balance). Но этот метод не всегда позволяет эффективно отстроиться от влияния грунта. На металлоискатель могут воздействовать электромагнитные поля от проходящей вблизи трассы кабелей. Наличие электромагнитных помех может привести к ложным срабатываниям, которые в некоторых случаях становятся непрерывными и практически не дают возможности использовать металлоискатель. Кроме того, электромагнитные помехи отрицательно влияют на селективность. Ложные срабатывания также вызывают находящиеся вблизи металлоискателя подвижные конструкции и замкнутые контуры. Помехоустойчивость металлоискателя определяется его способностью сохранять свои характеристики в условиях воздействия рассмотренных выше помех. Для обеспечения помехоустойчивости металлоискателей применяют целый ряд как конструктивных, так и организационных мер:</p> <ul style="list-style-type: none">– специальные схемотехнические решения электронных узлов;– специальную обработку сигналов с приемных антенн;– различные виды синхронизации;– удаление металлоискателей от подвижных металлических предметов.
<i>Безопасность</i>	Металлоискатели генерируют электромагнитное поле, которое воздействует на человека. Поэтому, кроме выполнения обычных требований по безопасности устройств, имеющих электропитание, должны также обеспечиваться безопасные характеристики с точки зрения напряжённости создаваемого электромагнитного поля.
<i>Габариты и масса оборудования</i>	Эти требования отражают геометрические параметры металлоискателей и их вес.
<i>Требования к конструкции</i>	Эти требования отражают устойчивость к климатическим воздействиям, условия транспортирования и хранения металлоискателей.
<i>Требования по утилизации</i>	Должно быть указано содержания драгметаллов.
<i>Стоимость</i>	Цена прибора, его комплектующих и стоимость его эксплуатации.

Только на основании тщательной оценки и выбора конкретной из вышеперечисленных характеристик должен быть осуществлён выбор металлоискателя для проведения операции по разминированию на соответствующих почвах, в соответствующих климатических зонах, с учётом физических способностей деминёра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Claudio Bruschini Brussels, 20/9/2002 – Public Defence.
2. Исследование теоретических основ приборного, технологического и методического обеспечения гуманитарного разминирования: Отчёт о НИР (промежуточный) / НИПКИ «Искра»; Руководитель проф. В.А. Ульшин. – № ГР 0106U001178, Инв. № 69. – Луганск, 2007.
3. Ч. 1. – 249 с.: ил. – Библиогр.: С. 250–262.
4. Ч. 2. Приложения. – С. 263–479.
5. Инженерная разведывательная машина. – М.: Военное издательство, 1990. – 170 с.
6. Н. Жуков. Средства поиска и обезвреживания взрывоопасных предметов // Зарубежное военное обозрение. – № 9. – 1993. – С. 17–24.
7. А. Миронов. Миноискатели // Техника и вооружение. – № 5. – 1986. – 36 с.
8. CWA 14747 Humanitarian Mine Action – Test and evaluation – Metal Detectors.

