



ООО «НТЦ «Спектр»

**ИНДИКАТОР МЕХАНИЧЕСКОГО
НАПРЯЖЕНИЯ МЕТАЛЛА
ИН – 01м**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Уфа 2016

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Назначение	4
2. Технические характеристики.....	5
3. Устройство и принцип работы	6
4. Указания мер безопасности.....	13
5. Подготовка индикатора к работе.....	13
6. Порядок работы.....	14
6.1. Измерение механического напряжения металла стального изделия, металлоконструкции	14
6.2. Измерение усилия затяжки стальных шпилек и болтов	16
7. Техническое обслуживание	19
8. Возможные неисправности и способы их устранения .	21
9. Правила транспортирования, хранения и утилизации.	23
Приложение. Механические и магнитные параметры ряда конструкционных сталей.....	25

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) позволяет ознакомиться с устройством и работой индикатора механического напряжения металла ИН-01м (далее по тексту – индикатор) и устанавливает правила его эксплуатации, транспортирования и хранения, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к работе.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Индикатор механического напряжения металла ИН-01м предназначен для косвенной оценки величины механического напряжения металла локального участка стального изделия, металлоконструкции, изготовленного из конструкционной стали, по значению напряженности поля остаточной намагниченности металла.

1.2. Индикатор может также применяться для измерения усилия затяжки стальных шпилек и болтов корпусного оборудования.

1.3. Индикатор может быть использован в полевых, цеховых и лабораторных условиях.

1.4. Источники электромагнитных промышленных помех должны быть удалены от индикатора на расстояние не менее 3 м.

1.5. Степень защиты от проникновения твердых тел и воды для индикатора IP41 по ГОСТ 14254-80.

1.6. Индикация результатов измерений – цифровая в единицах измеряемой величины напряженности поля остаточной намагниченности металла (мТл), или механического напряжения металла (МПа).

1.7. Индикатор показаний – жидкокристаллический графический дисплей с подсветкой для работы в условиях плохой освещенности.

1.8. По условиям эксплуатации индикатор относится к виду климатического исполнения УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69 и может устойчиво работать при:

- температуре окружающего воздуха от минус 20°C до плюс 70°C,
- относительной влажности воздуха до 98 % при температуре +25°C,
- атмосферном давлении от 84 кПа до 106,7 кПа.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерения напряженности поля остаточной намагниченности металла, мТл: - от 0 до 20,00.

2.2. Диапазон измерения механического напряжения металла стального изделия, металлоконструкции, МПа: - от 0 до σ_b , где σ_b - предел прочности металла.

2.3. Предел допускаемой основной погрешности измерения механического напряжения металла стального изделия, металлоконструкции определяется по формуле:

$$0,5 + 0,05 \sigma_n, \quad (2.1)$$

где σ_n – показания индикатора в МПа.

2.4. Электропитание индикатора осуществляется от элемента типа РРЗ электрическим напряжением 9 В.

2.5. Потребляемый от свежезаряженного элемента РРЗ электрический ток, мА:

- при работе без подсветки дисплея - $7 \pm 0,5$
- при работе с подсветкой дисплея - $16 \pm 0,5$.

2.6. Время работы индикатора при питании от одного свежезаряженного элемента РРЗ, ч, не менее: - 20.

2.7. Время установления рабочего режима индикатора, с, не более: - 10.

2.8. Время одного измерения, с, не более: - 5.

2.9. Время непрерывной работы индикатора, ч, не менее: - 16.

2.10. Максимальное время заряда аккумуляторной батареи, мин, не более - 80.

2.11. Индикатор имеет карту памяти с объемом, измерений - 60000.

2.12. Индикатор имеет стандартный выход для передачи измеренной информации на персональный компьютер через разъем mini-USB.

2.13. Габаритные размеры, мм, не более:

- электронного блока (длина × ширина × толщина) - 136×72×28
- преобразователя (диаметр × длина) - 20×15
- длина кабеля преобразователя - 950±50
- намагничивающего устройства (диаметр × длина) - 20×190.

2.14. Масса, г:

- электронного блока с элементом питания - 200
- преобразователя с кабелем - 40
- намагничивающего устройства - 300.

2.15. Среднее время восстановления работоспособности, ч: - 5.

2.16. Полный средний срок службы, лет - 10.

2.17. Установленный срок службы, лет - 2.

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Принцип работы индикатора основан на измерении напряженности магнитного поля над поверхностью остаточной намагниченности металла (напряженность поля остаточной намагниченности металла).

3.2. Структурная схема индикатора приведена на рис.3.1.

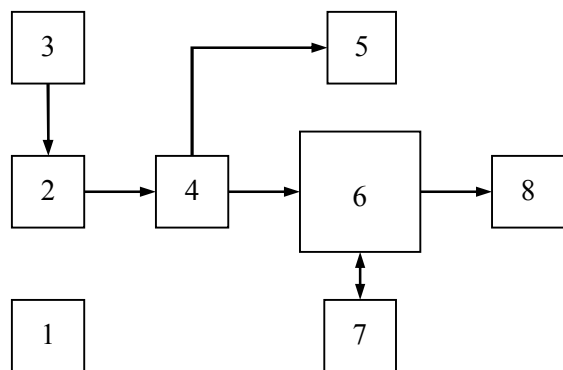


Рис.3.1. Структурная схема индикатора механического напряжения металла ИИ-01м

1-намагничивающее устройство, 2-интегральный датчик Холла, 3-импульсный стабилизатор напряжения, 4-масштабный усилитель, совмещенный с фильтром нижних частот, 5-блок световой индикации превышения уровня сигнала, 6-микропроцессорный контроллер, 7-карта памяти, 8-жидкокристаллический дисплей.

Индикатор работает следующим образом.

Намагничивание металла стального изделия, металлоконструкции осуществляется магнитным полем однополюсного намагничивающего устройства 1.

Питание преобразователя с интегральной микросхемой датчика Холла 2 осуществляется постоянным электрическим током от стабилизированного импульсного источника напряжения 3. Напряжение с выхода датчика Холла 2 через масштабный усилитель, совмещенный с фильтром нижних частот 4 на вход блока световой индикации 5 превышения уровня сигнала и вход аналого-цифрового преобразователя микропроцессорного контроллера.

Для отстройки от влияния изменений температуры

окружающей среды на показания прибора усилитель 4 имеет блок автоматической регулировки усиления, управляемый электрическим сигналом, поступающим с выхода датчика температуры, который расположен внутри корпуса интегральной микросхемы датчика Холла 2.

Напряжение с выхода масштабного усилителя 4 поступает на компаратор блока световой индикации 5 превышения уровня сигнала, соответствующего пределу текучести металла, и вход аналого-цифрового преобразователя микропроцессорного контроллера 6.

Один из выходов микропроцессорного контроллера 6 соединен с электронной картой памяти 7, другой выход микропроцессорного контроллера 6 соединен с входом алфавитно-цифрового жидкокристаллического дисплея 8.

3.3. Внешний вид индикатора с преобразователем и намагничивающим устройством показан на рис.3.2.



Рис.3.2. Внешний вид индикатора механического напряжения металла ИИ-01м

1-намагничивающее устройство, 2-электронный блок, 3-преобразователь.

3.3.1. Индикатор состоит из намагничивающего устройства 1, электронного блока 2 и преобразователя 3, подключаемого к электронному блоку через разъем.

3.3.2. На передней панели электронного блока расположены цифровой жидкокристаллический дисплей 4, кнопка включения питания 5, кнопка включения подсветки экрана прибора 6, кнопка записи измерения в память 7 и кнопка отображения текущей даты и времени 8 (рис.3.3).

3.3.3. Крышка батарейного отсека расположена на задней стенке корпуса электронного блока. Для того чтобы извлечь элемент питания из батарейного отсека нужно слегка нажать на крышку батарейного отсека и сдвинуть ее вниз.

3.3.4. В верхней части корпуса электронного блока находится панель разъемов (рис.3.3).

3.3.4.1. Разъем 9 служит для подключения к электронному блоку преобразователя.

3.3.4.2. Разъем 10 служит для размещения в электронном блоке карты памяти (флеш-карты).

3.3.4.3. Разъем mini-USB 11 служит для передачи по кабелю измеренных данных на персональный компьютер и получения от компьютера служебной информации.

3.3.4.4. Разъем 12 служит для подключения сетевого адаптера зарядного устройства к электронному блоку для подзарядки аккумулятора (элемента питания).

3.4. Назначение органов индикации и управления индикатора

3.4.1. Жидкокристаллический дисплей 4 служит для отображения информации в процессе работы индикатора.

3.4.2. Кнопка 5 предназначена для включения электрического питания индикатора.

При включении кнопки 5 на экране индикатора на короткое время появляется информация о типе индикатора

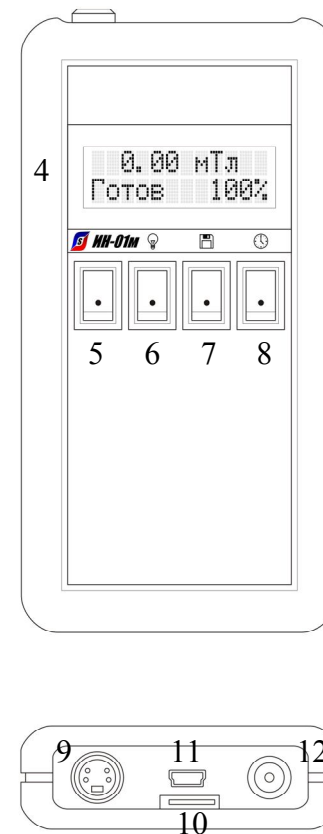


Рис.3.3. Расположение органов управления и разъемов электронного блока индикатора механического напряжения металла ИИ-01м

4-жидкокристаллический дисплей, 5-кнопка включения питания, 6-кнопка включения подсветки экрана, 7-кнопка записи измерения в память, 8-кнопка отображения даты и времени, 9-разъем для подключения преобразователя, 10-разъем для карты памяти, 11-разъем mini-USB, 12-разъем для подключения сетевого адаптера зарядного устройства.

и его серийный номер (рис.3.4а).

После установления режима измерения на экране индикатора отображается цифровое показание величины выходного сигнала преобразователя (в мТл или МПа), уровень зарядки элемента питания индикатора в % и состояние его готовности (рис.3.4б).

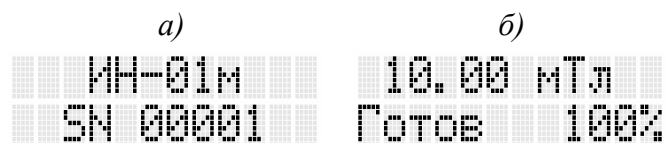


Рис.3.4. Отображение информации на экране индикатора ИИ-01м при включении питания (а) и после установления режима измерения (б)

3.4.3. Кнопка 6 служит для включения подсветки экрана индикатора. При включении кнопки 6 экран освещается дополнительным светом для улучшения отображения цифровых показаний индикатора.

3.4.4. Кнопка 7 служит для сохранения измерений в электронную память индикатора. При включении-выключении кнопки 7 в память индикатора записывается текущее показание преобразователя, отображаемое на экране.

3.4.5. При подключении к разъему mini-USB 11 кабеля, соединенного с USB-портом персонального компьютера, на экране индикатора появляется информация об установлении связи с персональным компьютером (рис. 3.5).

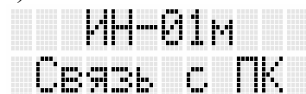


Рис.3.5. Отображение информации на экране индикатора ИИ-01м при подключении к персональному компьютеру

С помощью программного приложения «ИИ-01м связь», предварительно установленного на персональном компьютере, измеренная информация из электронной памяти индикатора передается по кабелю и сохраняется в памяти персонального компьютера.

3.4.6. Кнопка 8 служит для отображения на экране индикатора текущей даты и времени.

3.5. Намагничивающее устройство

3.5.1. Намагничивающее устройство индикатора служит для намагничивания локального участка металла стального изделия, металлоконструкции постоянным магнитным полем, вектор напряженности которого направлен перпендикулярно поверхности металла.

3.5.2. Намагничивающее устройство является энергонезависимым, однополюсным, стержневого типа. В нем используются постоянные магниты, изготовленные из редкоземельных металлов.

3.5.3. Полюс намагничивающего устройства защищен накладкой, для обеспечения удобства в процессе работы, ручка намагничивающего устройства снабжена лямкой.

3.6. Преобразователь

3.6.1. Преобразователь индикатора предназначен для измерения напряженности поля остаточной намагниченности металла над поверхностью локального участка стального изделия, металлоконструкции.

3.6.2. Преобразователь содержит прецизионную интегральную микросхему датчика Холла и прецизионную интегральную микросхему датчика температуры с аналоговым выходом сигнала, которые расположены в едином корпусе.

3.6.3. Плоскость датчика Холла расположена в центре корпуса преобразователя параллельно рабочей

поверхности на удалении 0.5 мм от нее.

3.6.4. Для измерения напряженности поля остаточной намагниченности металла, центр рабочей поверхности преобразователя индикатора устанавливается в середине остаточной намагниченной области металла.

4. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. К эксплуатации, обслуживанию и ремонту индикатора допускаются лица, изучившие разделы 2-5 настоящего руководства по эксплуатации, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности при работе с электроустановками.

4.2. Замена элементов электрической схемы индикатора на этапе настройки должна проводиться при отключенном напряжении питания.

4.3. При работе с индикатором должны быть соблюдены требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭ-84» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей ПТБ-84».

5. ПОДГОТОВКА ИНДИКАТОРА К РАБОТЕ

Подготовка к работе включает подготовку индикатора, намагничивающего устройства и подготовку контролируемой поверхности металла стального изделия, металлоконструкции.

5.1. Перед включением индикатора после его транспортирования в холодную погоду, выдержать индикатор в нормальных условиях применения не менее 2 часов.

5.1.2. Вложить в батарейный отсек

свежезаряженный элемент питания типа РРЗ, с соблюдением полярности контактов.

5.1.3. Подключить к электронному блоку преобразователь с помощью разъема, вставив кабельную часть разъема в приборную часть разъема до упора.

5.1.4. Включить индикатор, нажав кнопку питания. При этом должен засветиться экран индикатора, на котором вначале появляется служебная информация, затем устанавливается показание величины измеренного сигнала преобразователя (см.п.3.4.2).

5.1.5. При условиях плохой освещенности, для улучшения видимости показаний на экране индикатора, включить кнопку подсветки экрана.

5.2. Подготовка намагничивающего устройства заключается во внешнем осмотре и очистке поверхности магнитного полюса от налипших частиц металла и грязи. Для этого следует пользоваться ветошью.

5.3. Подготовка контролируемой поверхности металла стального изделия, металлоконструкции заключается в предварительной очистке ее от изоляции, грязи, масла и налипших частиц металла. Для этого следует пользоваться соответствующим ручным или электрическим инструментом, ветошью, наждачной бумагой или напильником.

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Измерение механического напряжения металла стального изделия, металлоконструкции

Измерение механического напряжения металла стального изделия, металлоконструкции заключается в предварительном намагничивании локального участка металла постоянным магнитным полем намагничивающего устройства и измерении

напряженности поля остаточной намагниченности над этой поверхностью.

6.1.1. Установить полюс намагничивающего устройства на локальный участок поверхности металла стального изделия, металлоконструкции и плавно удалить его от намагниченной поверхности в вертикальном направлении.

Примечание: боковое смещение магнитного полюса намагничивающего устройства, во избежание снижения точности измерений, не допускается.

В случае допущения бокового смещения магнитного полюса на поверхности металла при удалении намагничивающего устройства, повторить операцию намагничивания, согласно п.6.1.1.

6.1.2. Установить преобразователь индикатора на середину намагниченной области поверхности металла.

6.1.3. Измерить напряженность поля остаточной намагниченности на поверхности (в мТл) и оценить величину механического напряжения металла на основе зависимости величины напряженности поля остаточной намагниченности от величины механического напряжения металла (см. приложение), соответствующей марке стали изделия, металлоконструкции.

При сохранении в электронной памяти индикатора при его изготовлении калибровочных постоянных, показание на экране индикатора будет соответствовать величине механического напряжения металла для данной марки стали (в МПа).

6.1.4. Для измерения механического напряжения металла на другом участке стального изделия, металлоконструкции следует повторить операции согласно п.6.1.1-6.1.3.

6.2. Измерение усилия затяжки стальных шпилек и болтов

Измерение усилия затяжки стальных шпилек и болтов резьбовых соединений заключается в предварительном намагничивании их торцевой поверхности постоянным магнитным полем намагничивающего устройства и измерении над ней напряженности поля остаточной намагниченности металла.

6.2.1. Установить намагничивающее устройство на торцевой поверхности стальной шпильки, болта и плавно удалить его от намагниченной поверхности в перпендикулярном направлении.

Примечание: боковое смещение магнитного полюса намагничивающего устройства, во избежание снижения точности измерений, не допускается.

В случае допущения бокового смещения магнитного полюса на поверхности металла при удалении намагничивающего устройства, повторить операцию намагничивания, согласно п.6.2.1.

6.2.2. Установить преобразователь индикатора в среднюю область остаточной намагниченной торцевой поверхности стальной шпильки, болта.

6.2.3. Измерить напряженность поля остаточной намагниченности на поверхности (в мТл) и оценить величину механического напряжения металла (усилие затяжки) на основе зависимости величины напряженности поля остаточной намагниченности от величины механического напряжения металла (см. приложение) для соответствующей марки стали шпильки, болта.

6.2.4. При контроле большого количества стальных шпилек, болтов, расположенных на отдельном узле корпусного изделия, операции согласно п.п. 6.2.1 - 6.2.3 следует выполнять для каждой стальной шпильки, болта.

Примечание: равномерность усилия затяжки всех

стальных шпилек, болтов достигается в том случае, когда показания индикатора на всех контролируемых шпильках, болтах имеют примерно одинаковое значение в пределах погрешности измерения.

6.3. Зарядка или замена элемента питания

6.3.1. По мере выработки ресурса элемента питания типа РРЗ, на экране индикатора в зоне индикации уровня зарядки элемента питания (см. рис.3.4б) устанавливается текущий уровень зарядки в %.

6.3.2. В случае понижения уровня зарядки элемента питания относительно допустимого порогового значения, на экране индикатора появится мигающая надпись «Батарея разряжена».

При достижении этого уровня необходимо осуществить зарядку элемента питания, для чего в разъем электронного блока подсоединить кабель сетевого адаптера зарядного устройства и подключить его к электрической сети напряжением 220В, 50 Гц.

6.3.3. В случае необходимости полной замены элемента питания типа РРЗ, выключить питание индикатора, открыть крышку батарейного отсека электронного блока и вынуть отработавший свой ресурс элемент питания типа РРЗ.

Вставить свежезаряженный элемент питания типа РРЗ, соблюдая полярность контактов и закрыть крышку батарейного отсека электронного блока индикатора.

6.4. Работа с памятью индикатора

6.4.1. Индикатор оснащен картой памяти для оперативного сохранения результатов большого количества измерений. Измеренные значения выходного сигнала преобразователя последовательно записываются в электронную память индикатора.

6.4.2. Для записи показания измеренного сигнала

преобразователя, отображенного на экране в память индикатора, осуществляется однократное включение-выключение кнопки записи в память (см. рис.3.3). В процессе записи показаний индикатора в электронную память, на экране индикатора появляется надпись «Запись».

Сохранение измеренных данных на встроенной карте памяти индикатора механического напряжения металла ИН-01м производится в файлы вида DDMMYYYY.CSV, где DD – текущий день, MM – месяц, YYYY – год.

Структура файлов данных индикатора механического напряжения ИН-01м Таблица 6.1

Начало файла	
Время измерения 1	Измерение 1
Время измерения 2	Измерение 2
...	...
Время измерения N	Измерение N
Конец файла	

Формат CSV (Comma Separated Values) является общепринятым стандартом, поддерживаемым программой MS Excel, а также совместимым с любыми текстовыми редакторами.

Файл данных представляет собой последовательно записанные результаты измерений (см. таблицу 6.1).

6.4.3. Передача данных, записанных в электронную память индикатора, в персональный компьютер.

6.4.3.1. Включить питание индикатора кнопкой 5.

6.4.3.2. Включить персональный компьютер и запустить предварительно установленное программное приложение «ИН-01м связь».

6.4.3.3. Вставить в разъем mini-USB электронного блока индикатора соединительный кабель и подключить

его к соответствующему разъему персонального компьютера, при этом на экране индикатора появляется сообщение об установлении канала связи с персональным компьютером через разъем mini-USB электронного блока.

6.4.3.4. В программном приложении «ИН-01м связь» открыть меню «Файл» и выбрать пункт «Прием данных».

После приема информации из электронной памяти индикатора на экране персонального компьютера появляется график распределения измеренных значений преобразователя в декартовой системе координат.

6.4.3.5. Для выбора вида графического отображения измеренных значений индикатора и для их последующего сохранения на персональном компьютере, используются соответствующие пункты меню программного приложения «ИН-01м связь», которые описаны в руководстве пользования программой.

6.4.3.6. Для прекращения связи индикатора с персональным компьютером отсоединить кабель от разъема mini-USB электронного блока индикатора.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Обслуживание индикатора производится техническим персоналом из подразделений цеха контрольно-измерительных приборов (КИП) или аналогичных.

7.2. Техническое обслуживание индикатора состоит из профилактического осмотра, планово-профилактического ремонта и текущего ремонта.

7.3. Периодичность плановых осмотров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в месяц. При профилактическом осмотре проверяются крепление всех

узлов, состояние органов управления и лакокрасочных покрытий, целостность измерительного преобразователя.

7.4. Планово-профилактический ремонт производится после истечения гарантийного срока и далее не реже одного раза в год.

Ремонт включает в себя визуальный осмотр индикатора, осмотр внутреннего состояния монтажа, проверку надежности контактных соединений, удаление пыли и грязи. При этом выполняются все виды работ, необходимость которых выявлена при профилактическом осмотре индикатора. В случае выхода из строя радиоэлементов индикатора, они подлежат замене.

7.5. Текущий ремонт производится в ходе эксплуатации индикатора. При этом устраняются неисправности, замеченные при профилактическом осмотре, путем замены или восстановления отдельных частей индикатора (замена радиоэлементов, восстановление нарушенных электрических связей и т.п.).

8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1.

Возможная неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания на экране индикатора нет информации.	1. Разряжен элемент питания.	Зарядить элемент питания.
	2. Плохой контакт в цепи питания.	Заменить элемент питания. Зачистить контакты в батарейном отсеке.
При включении питания индикатора выводится сообщение «FAT32!»	Файловая система карты памяти отличается от FAT32	Извлечь карту памяти и произвести форматирование ее файловой системы на компьютере.
При включении питания на экране появляется надпись «Неопознан»	Неисправна карта памяти	Заменить карту памяти.

При включении питания на экране появляется надпись «Нет карты памяти»	В разьеме 10 отсутствует карта памяти	Вставить карту памяти в разъем 10.
При нажатии кнопки записи измерений в память выводится сообщение «Ошибка записи!»	Неисправна карта памяти	Заменить карту памяти.
При установке преобразователя на поверхность металла показания индикатора не меняются.	Обрыв в соединении кабеля с преобразователем. Неисправен преобразователь.	Найти место обрыва и, если возможно, устранить. Заменить преобразователь.

9. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ

9.1. Индикатор должен транспортироваться в упаковке с отключенными от электронного блока элементами питания.

9.2. Транспортирование упакованного индикатора может производиться в закрытых железнодорожных вагонах или контейнерах, на автомашинах, а также в отапливаемых отсеках самолетов.

9.3. Упакованный индикатор должен быть закреплен в транспортных средствах, а при использовании открытых транспортных средств в случае кратковременного транспортирования защищены от воздействия атмосферных осадков и воды.

9.4. Размещение и крепление упакованного индикатора в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключить возможность соударения с другими объектами, а также о стенки транспортного средства.

9.5. Условия транспортирования:

- температура, °С - от минус 30 до плюс 80,

- относительная влажность при температуре +35°С, % - 95.

9.6. Индикатор в транспортной упаковке выдерживает тряску с ускорением 15 м/с^2 при частоте от 10 до 120 ударов в минуту или 7500 ударов с тем же ускорением.

9.7. Упакованный индикатор с отключенным от электронного блока элементом питания должен храниться на стеллажах в сухом помещении при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей.

9.8. Условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать

требованиям «Л» ГОСТ 15150-69.

9.9. Расположение индикатора в хранилищах должно обеспечивать его свободное перемещение и доступ к нему.

9.10. При хранении индикатора больше 6 месяцев его следует освободить от транспортной упаковки и содержать в соответствии с вышеуказанными условиями хранения в потребительской упаковке.

**Приложение. Механические и магнитные
параметры ряда конструкционных сталей**

Для заметок

Таблица П.1

Марка стали	$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{т}$, МПа	H_c , А/см		
			$\sigma=0$	$\sigma=\sigma_{т}$	$\sigma=\sigma_{в}$
Ст 3	350	210	1.7	5.0	6.0
09Г2С	470	325	3.0-4.0	7.5-7.8	9.5
17Г1С	520	350	4.0	10	11
Сталь 20	420	230	3.8-4.5	8.0-10.5	12.0-13.5
10ХСНД	540	400	4-5	11.0-11.5	12-14.5
Ст Дс	650	400	5-6	8.0-8.5	10-11

Таблица П.2

Марка стали	$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{т}$, МПа	H_r , мТл		
			$\sigma=0$	$\sigma=\sigma_{т}$	$\sigma=\sigma_{в}$
Ст 3	350	210	0.62	1.69	2.0
09Г2С	470	325	1.06-1.38	2.43-2.79	2.98
17Г1С	520	350	1.38	3.12	4.12
Сталь 20	420	230	1.32-1.54	2.57-3.25	3.63-4.0
10ХСНД	540	400	1.38-1.7	3.38-3.5	3.63-4.24
Ст Дс	650	400	1.7-2.0	2.57-2.71	3.12-3.38

Принятые обозначения:

$\sigma_{т}$ – предел текучести металла (МПа),

$\sigma_{в}$ – предел прочности металла (МПа),

H_c – коэрцитивная сила металла (А/см),

H_r – напряженность поля остаточной
намагниченности металла (мТл).

Для заметок