

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

I Издание

Разработано совещанием УШ Комиссии ОСЖД  
в г.Тбилиси с 13-20 сентября 1976 г.  
Дата вступления в силу: 25 января 1977 г.  
Примечание:

P  
647/4

РЕКОМЕНДАЦИИ

по диагностическому контролю состояния тепловозных  
дизелей типа Т4Д40

Содержание

I. Введение

I.1. Область применения рекомендаций

I.2. Характер диагностических измерений.

I.3. Техничко-экономическое значение диагностического контроля состояния тепловозных дизелей при содержании.

2. Применение диагностических приборов

2.1. Измерения, обеспечивающие косвенные информации.

2.1.1. Исследование механических загрязнений смазочного масла дизеля, применением спектрального анализа.

2.1.2. Измерение конечного давления сжатия.

2.1.3. Измерение плотности цилиндра.

2.2. Измерение, обеспечивающее непосредственные информации.

2.2.1. Исследование внутренних поверхностей цилиндров при помощи эндоскопа.

2.2.2. Исследование при помощи стетоскопа.

### 3. Применение комплексных методов диагностики

#### 3.1. Принципы развития

3.2. Приборы диагностики: стационарные и передвижные.

### I. Введение

#### I.1. Область применения.

Настоящие рекомендации могут быть применены при составлении прогрессивной системы содержания тепловозных дизелей типа 14Д40.

#### I.2. Характер технической диагностики.

Применение технической диагностики позволяет без существенных монтажных работ и разборки узлов объективно оценить состояние деталей.

#### I.3. Технико-экономическое значение диагностики тепловозных дизелей.

Вследствие нагрузки тепловозных дизелей, колеблющейся в широких диапазонах, степень износа деталей в зависимости от пробега или от времени, имеет значительный разброс.

Поэтому система содержания, основанная на определенном пробеге или времени, не обеспечивает оптимального использования срока службы деталей.

Для предупреждения неработоспособности локомотивов, а также снижения расходов и времени содержания, имея в виду широкий диапазон нагрузки тепловозных дизелей, возникает необходимость применения таких методов диагностического осмотра, которые обеспечивают:

- контроль состояния узлов без их разборки;
- организацию содержания и ремонта деталей (определение сроков осмотров и ремонтов), отвечающую действительным износам;
- реальное планирование запасных частей и деталей, а также материально-техническое снабжение в пределах экономической целесообразности.

## 2. Применение диагностических приборов и методов

### 2.1. Осмотр, обеспечивающий косвенные информации.

При помощи диагностических приборов, а также на основании анализа характерных явлений износа можно косвенно оценить состояние тепловозного дизеля.

2.1.1. Исследование смазочного масла дизеля, применением спектрального анализа.

2.1.1.1. Целью исследования является определение количества продуктов износа в смазочном масле, в результате обработки данных измерения и сравнения их с данными, характеризующими износ, можно косвенно оценить состояние дизеля.

2.1.1.2. Рекомендуемый метод зависит от:

- физико-химических свойств смазочного масла ;
- химического состава деталей ;
- размеров механических примесей в смазочном масле ;
- работы масляных и воздушных фильтров.

Обычные химико-аналитические методы из-за небольшой концентрации механических примесей не могут быть применены. В исследованиях рекомендуется применять спектрально-аналитические квантометры полуавтоматического или автоматического действия.

2.1.1.3. Применение спектрально-аналитических квантометров позволит проводить и другие исследования, которые необходимы для современной эксплуатации, так как квантометр дает количественную информацию не только относительно продуктов износа изнашиваемых в смазочном масле деталей дизеля, но и относительно присадок. Поэтому с помощью спектрально-аналитического контроля смазочного масла смена масла может быть определена на основе параметров, характеризующих действительный износ, а не на основе пробега или времени эксплуатации.

2.1.1.4. Применение этого метода требует использование дорогостоящего устройства, поэтому оно экономично только в том случае, если метод применяется при проверке состояния большого количества локомотивов, имеющих унифицированные детали, изготовленные из однородных материалов.

2.1.1.5. При проверке состояния тепловозных дизелей по этому методу, очень важно правильно оценивать накопление загрязнений в смазочном масле, а также принимать во внимание возможности погрешностей при определении действительной концентрации (погрешность при взятии пробы масла и при анализе масла, а также влияние неравномерной долижки масла).

При применении методе необходимо принимать во внимание и то, что в системе содержания согласованной с действительным износом, неожиданные повреждения могут быть предупреждены только в том случае, если обеспечивается выполнение эффективных мер с помощью соответствующим образом созданной организационной информационной системы.

Удовлетворение этих основных требований перед внедрением метода требует тщательного анализа эксплуатационных условий и подготовки методики измерения.

## 2.1.2. Измерение максимального давления сжатия.

2.1.2.1. Детали цилиндра, оказывающие влияние на степень максимального давления сжатия, а именно головка цилиндра, втулка, поршень, подшипники коленчатого вала и поршневые кольца, из-за сильных тепловых и механических нагрузок, имеющих значительное колебание, являются наиболее склонными к износу. Поэтому эти детали имеют решающее значение при определении времени и объема осмотров и содержания.

Состояние деталей, граничащих с камерой сгорания, влияет на давление, возникающее в цилиндре дизеля на конце такта сжатия. Поэтому регулярный контроль максимального давления сжатия дает полезную информацию для проверки состояния вышеупомянутых деталей без разборки.

2.1.2.2. При применении метода и при оценке результатов измерений необходимо принимать во внимание следующее:

- снижение максимального давления сжатия, которое влияет на время такта сжатия, следовательно и на число оборотов ;

- учитывая, что в диапазоне эксплуатационного числа оборотов дизеля влияние потери воздуха на максимальное давление сжатия является незначительным, целесообразно проводить измерения на холостом ходу, так как при умеренном числе оборотов минимальное изменение числа оборотов вызывает значительное изменение максимального давления сжатия ;

- температура дизеля, а также смазочного масла влияет на плотное прилегание поршневых колец, поэтому периодически осуществленные измерения с целью оценки износа дают соответствующий результат для сравнения, если измерение осуществляется при идентичных условиях температур охлаждающей воды и смазочного масла.

2.1.2.3. При измерениях, имея в виду кратковременные колебания давления, а также избыток массы стрелки показывающего прибора нельзя применять обычные механические манометры из-за значительной погрешности.

Считается целесообразным применять в трубке, ведущей в камеру сгорания, регистрирующие индикаторы давления, оборудованные дифференциальным прибором и обратным клапаном, потому что хотя они и не дают точных результатов измерения, совпадающих с действительными максимальными давлениями сжатия, но с учетом требования пункта 2.2.4 могут быть пригодны для измерений в эксплуатационных условиях.

Применение индикаторов, регистрирующих изменение давления, при эксплуатационных измерениях не является необходимым. Применение их обосновано только при экспериментальных исследованиях, требующих точных результатов измерения.

2.1.2.4. При периодически повторяющихся измерениях из-за трудностей в обеспечении идентичных эксплуатационных условий, а также из-за сравнительно больших погрешностей приборов, с помощью этого метода не определяется параметр для оценки абсолютного значения, однако метод пригоден для оценки разниц давлений в цилиндрах. Но и такое ограниченное применение метода измерения имеет преимущество.

Благодаря быстрому установлению места повреждения и исправлению повреждения можно предупредить возникновение более значительных повреждений, что невозможно при небольшом снижении мощности поврежденного цилиндра.

2.1.2.5. При измерении целесообразно температуру охлаждающей воды держать в пределах:  $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , а температуру смазочного масла в  $45 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , кроме этого условия подачи топлива и зазоры между клапаном и седлом должны быть постоянными.

При тепловозных дизелях типа Т4-Д40 максимальное допускаемое отклонение между максимальным давлением сжатия составляет  $4 \text{ кг/см}^2$  ( номинальное давление "35 ... 39  $\text{кг/см}^2$ , допускаемое минимальное давление "27  $\text{кг/см}^2$  и допускаемое максимальное давление "41  $\text{кг/см}^2$ ).

### 2.1.3. Измерение герметичности цилиндров

2.1.3.1. На результативность метода, указанного в пункте 2.1.2 влияет неблагоприятно то обстоятельство, что влияние износа на максимальное давление сжатия незначительно.

2.1.3.2. У дизелей с большим объемом цилиндров как у дизеля типа Т4Д40 целесообразно применение диагностического метода измерений характеристики потерь и давлений в цилиндрах, питаемых сжатим воздухом от внешнего источника.

При помощи применения современных приборов измерения потери давления, разработанных для этой цели, и применения соответствующей техники измерения возможно определить диагностическую характеристику износа.

2.2. Применение приборов диагностики, обеспечивающих непосредственную информацию.

2.2.1. Исследование внутренних поверхностей цилиндров при помощи эндоскопа.

Диагностические методы, приведенные в пунктах 2.1.1, 2.1.2 и 2.1.3 дают непосредственно информацию об износе узлов и деталей. При помощи оптической системы, оснащенной электрическим источником, можно непосредственно наблюдать состояние втулки и днацл поршня. Для этого необходимо вставить эндоскоп в отверстие для установки форсунок.

Метод исследования, осуществленный без разборки головки цилиндра, дает полезные информации для профилактического содержания.

### **2.2.2. Исследования при помощи стетоскопа**

При помощи стетоскопа возможна оценка состояния узлов и деталей посредством локализации ненормальных шумов двигателя и по их частоте.

Исследования, осуществляемые как при помощи стетоскопа, так и при помощи эндоскопа, являются очень простыми и успешно применяемыми диагностическими методами, но их применение требует больших практических навыков.

## **3. Применение комплексных диагностических методов**

### **3.1. Принципы развития**

**3.1.1.** В целях удовлетворения технико-экономических требований, указанных в п.1 и 1.3, рекомендуется широкое применение и усовершенствование диагностических приборов.

**3.1.2.** Регистрация результатов диагностических измерений, выполняемых в целях сопоставления данных с нормативными предписаниями, неблагоприятно влияет на непрерывность, а также на время, необходимое для проведения диагностики. По тому рекомендуется для обработки и оценки данных применять ЭВМ.

### **3.2. Стационарные и передвижные устройства диагностики.**

**3.2.1.** Производственный и экономический эффект применения диагностических приборов может быть повышен путем использования универсальных и комплексных приборов.

Автоматизация, параллельное проведение этапов измерения и контроля, сокращает время, необходимое на их проведение, а также сокращает потребность в рабочей силе.

В связи с этим рекомендуется определить на двигателе места для подсоединения диагностических приборов.

**3.2.2.** Рекомендуется также разработать и применять комплексные диагностические приборы.

Эти приборы или аппараты могут быть:

- стационарного типа с заданной или эластичной (варьируемой) программой;
- передвижного типа.

## ИЗМЕРЕНИЕ

герметичности цилиндров дизеля  
типа I4D40

### Методика измерения герметичности цилиндров дизеля типа I4D40

#### I. Введение

В цилиндре двигателя надпоршневую полость от картера разделяет прижатие к поверхности втулки компрессионные кольца. Совершенное разделение этих полостей друг от друга практически невозможно. Степень уплотняющей способности в значительной мере влияет на экономичность дизеля, а также на его надежность. Следовательно, желательно при работах по содержанию и ремонту точно определить уплотняющую способность цилиндров. Целесообразно выбранный метод измерения герметичности цилиндров дизеля и цифровая характеристика способствует определению состояний двигателя и выбору содержания или ремонта в соответствии с техническим состоянием дизеля.

#### 2. Принцип и метод измерения

##### 2.1. Принцип измерения

Цифровой характеристикой предлагаемого метода является значение потери давления в цилиндре двигателя. Принцип его измерения изображен схематически на рис. I.

Воздух на воздухопроводе давлением  $P_d$  проходит через настроенный при исследованиях МАВ на 2 атм редуктор (1) и эталонное сопло (2) по неплотностям втулки и поршневых колец, а также клапанов и выходит в окружающую среду. Щель между втулкой и поршнем, через которую воздух выходит в окружающую среду, является суммой следующих проходных сечений:

- проходное сечение между концами поршневых колец,
- проходное сечение между стенкой втулки и поршневыми кольцами;
- проходное сечение между поршневыми кольцами и канавками поршня.



Разница между давлением внешней среды ( $p_0$ ) и давлением в полости перед эталонным соплом ( $p_2$ ) возникает на двух следующих друг за другом уплотнениях (эталонное сопло-цилиндр) в зависимости от их уплотняющей способности. Считываемое значение давления на манометре ( $p$ ) есть падение давления в цилиндре ( $\Delta p_0 = p - p_0$ ), а разница между установленным давлением и считываемым ( $\Delta p = p_2 - p$ ) есть падение давления на эталонном сопле. Можно доказать, что чем больше значение давления ( $p$ ), считываемого с манометра, тем меньше щели, характеризующие износ ШП (Центральная поршневая группа) и клапанов. Редуктор прибора (I) дает возможность применить скатый воздух из воздухопровода давлением 2-10 атм.

## 2.2. Метод измерения

Измерение целесообразно провести на горячем двигателе. Проверка 12 цилиндров потребует два человека и примерно 45 минут при ручном поворачивании коленчатого вала двигателя. При поворачивании коленчатого вала двигателя валоповоротным устройством для проведения измерений достаточен один человек.

### Последовательность измерений:

- присоединять прибор к воздухопроводу скатого воздуха, который перед измерением необходимо продуть;
- открыть заранее продуваемые индикаторные клапаны и скошки воздушного ресивера двигателя. К индикаторным клапанам присоединяется прибор, а через скошки воздушного ресивера наблюдать за положением поршня;
- с помощью валоповоротного устройства устанавливается первый поршень в положении 5-10° п.к.в. до ВМТ и регистрируются значения давления ( $p$ ) на манометре;
- согласно последовательности работы цилиндров (I-7-6-12-2-3-4-10-3-9-5-II) проводить измерение и на других цилиндрах (при такой последовательности коленчатого вала двигателя только один раз нужно повернуть).

Имея в виду короткое время для проведения измерения, проведение его не вызывает никаких затруднений при заходе тепловозов в депо на периодические осмотры, а также при появлении признаков, указывающих на неисправное состояние двигателя (большой расход масла, прогиб газов в картер и т.п.) и дает возможность локализовать неисправность. Считываемое с манометра значение давления информирует о состоянии ЦПГ и клапанов. По опыту МАВ измерения плотности цилиндра целесообразно производить через 50.000 км пробега.

### 3. Прибор измерения

В качестве измерительной аппаратуры для описанной методики измерения применяется на МАВ прибор типа ЕЛКОС С III; выпускаемый венгерским машиностроительным заводом техники связи, и служит для измерения давления и потери давления.

Данные прибора:

Пределы измерения -

- измерение давления	- 0-2,5 кг/см <sup>2</sup>
- измерение потери давления	- 0-100%
Вес	- 4,85 кг
Габариты	- 290x130x170 мм
Давление входного воздуха	- 3-10 ати.

Прибор, изображенный на рис. 2, подсоединяется к двигателю через индикаторные клапаны. На манометре установлена обратная процентная шкала, на которой значение 2 ати соответствует 0%, а значению 0 ати - 100%. Значит, чем меньше падение давления на измеряемом цилиндре (чем более извешенные детали), тем больше получится процентное значение.

### 4. Оценка

Считываемые со шкалы манометра значения давления в кг/см<sup>2</sup> и процентное значение (см. пункт 3) информируют о герметичности данного цилиндра. Чем меньше давление (чем больше потери давления), тем больше процентное значение. Значения допустимой величины потери давления в эксплуатации (когда еще в ремонте нет необходимости) зависят от характеристик прибора и объема цилиндра. При приборе, используемом на МАВ для дизеля типа 1АД40, после обкатки двигателя допускается по опыту МАВ примерно 65%-ной потери давления.

Считая целесообразным при исследовании определять места утечки воздуха с помощью органов чувств, как показывает исследование, утечка воздуха через клапаны сопровождается звуком высокого тона, а место утечки между поршнем и втулкой можно определить по более низкому звуку и по загрязнению маслом.

5. Замечание

Описанный метод может быть применен для наблюдения целостности цилиндров и других двигателей, оборудованных индикаторными патрубками.

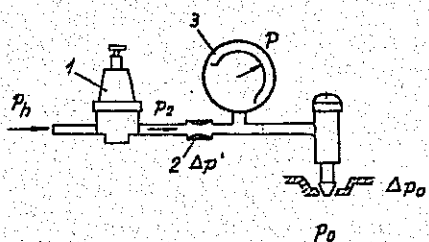


Рис. 1.

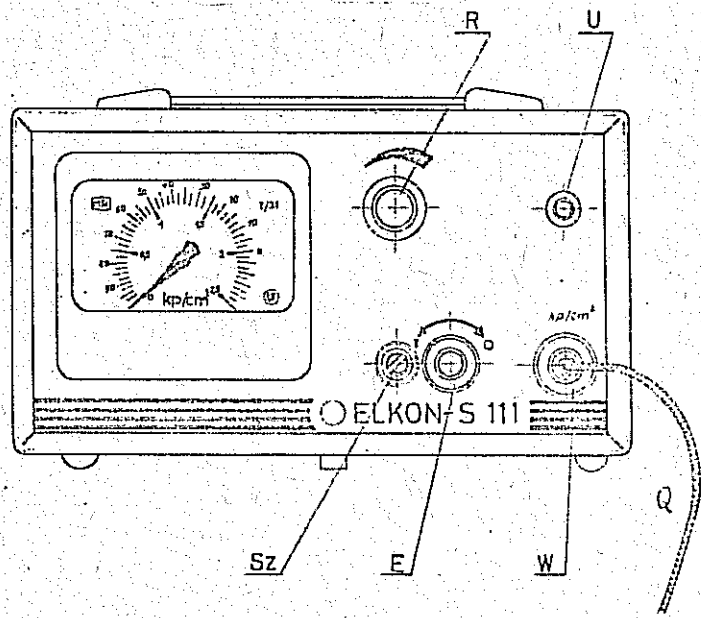


Рис. 2.

u - вход воздуха; R - регулировка редуктора; sz - эталонное солено; E - залорный клапан; W - выход воздуха; Q - присоединительный провод.

u - Druckluftleitung, R - Einstellung des Druckreduziers, Sz - geeichte Düse, E - Absperrventil, w - Luftaustritt, Q - Anschlussleitung

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Дополнение к I изданию памятки  
от 25 января 1977 г.

Разработано: совещанием УШ Комиссии  
в Варшаве с 10 по 15  
сентября 1979 г.

Р  
647/4

Дата вступления в силу: 4 октября 1979 г.

Примечание:

ДОПОЛНЕНИЕ

к Рекомендации по диагностическому  
контролю состояния тепловозных ди-  
зелей типа I4Д40

Методика исследования дизельного  
двигателя типа I4Д40 с помощью  
эндоскопа

## М Е Т О Д И К А

исследования дизельного двигателя типа I4Д40 с помощью эндоскопа

---

### I. Введение

В системе содержания дизельных двигателей эндоскоп используется для контроля деталей двигателя, ограничивающих камеру сгорания, то есть рабочей поверхности втулки цилиндра, днища поршня, нижней части головки цилиндра и клапанов.

Указанный метод исследования распространяется лишь на вышеуказанные детали, но его можно также применять для аналогичных целей.

### 2. Основной принцип и метод измерений

#### 2.1. Основной принцип измерений

Детали двигателя ограничивающие камеру сгорания, играют очень важную роль в обеспечении работы дизеля. При его эксплуатации одновременно возникают большие механические и термические нагрузки, что является причиной относительно быстрого износа и повреждения двигателя. Поэтому эти детали необходимо подвергать систематическому контролю. Возникающие дефекты имеют такой вид, что их можно в большинстве случаев обнаружить визуально путем осмотра или с помощью лупы: днище цилиндра — трещины, окосование, образование раковин.

Втулка цилиндра: трещины, задиры, выщербины, образование местной выработки (износ вблизи верхней мертвой точки).

Головка цилиндра: трещины, окосования, эрозия, повреждение гнезд клапанов.

Клапаны: окосование, следы ударов и перегрева.

Исследование указанных деталей при разборке дизеля требует больших затрат времени, является дорогостоящим и приводит также к значительному простоя локомотива.

Применение эндоскопа имеет существенное значение, так как оно позволяет в определенных пределах исключить разборку и обнаружить повреждения поверхностей.

## 2.2 Метод измерений

Контроль проводится при неработающем двигателе. Крышку клапанов нужно снять и демонтировать форсунку. Через отверстие для форсунки можно ввести эндоскоп и контролировать камеру сгорания. При этом контроле необходимо проверить коленчатый вал таким образом, чтобы поршни находились в нижней мертвой точке. Для обследования днища поршня необходимо применять зонд с возможностью установки под углом  $180^{\circ}$ , для контроля клапанов и рабочих гильз цилиндра -  $90^{\circ}$ , а для нижней части головки цилиндра они должны составлять  $75^{\circ}$  ( $60^{\circ}$ ) (см. рис. 1).

С помощью соответствующего фотоаппарата в определенных случаях можно осуществлять фотосъемку. Если же фотоаппарата нет, то дефекты следует заносить в протокол, снабдив их описанием и рисунками.

## 3. Аппарат

Целесообразно применять эндоскоп с жесткими зондами и оптическими нитевыми светопроводами (см. рис. 2).

Технические характеристики эндоскопа:

диаметр зонда:	- макс. 12 мм
длина зонда:	- мин. 600 мм
вид электроснабжения:	- 220 В или локомотивная аккумуляторная батарея
сила светового потока:	- регулируемая

## 4. Оценка результатов

Выполнение исследования целесообразно поручать лицу, имеющему соответствующий опыт по контролю разобранных деталей

дизельного двигателя. Кроме того, этот метод требует также наличия соответствующего опыта и времени обучения, так как обнаружение и оценка определенных дефектов затруднительны из-за специфики вида изображения.



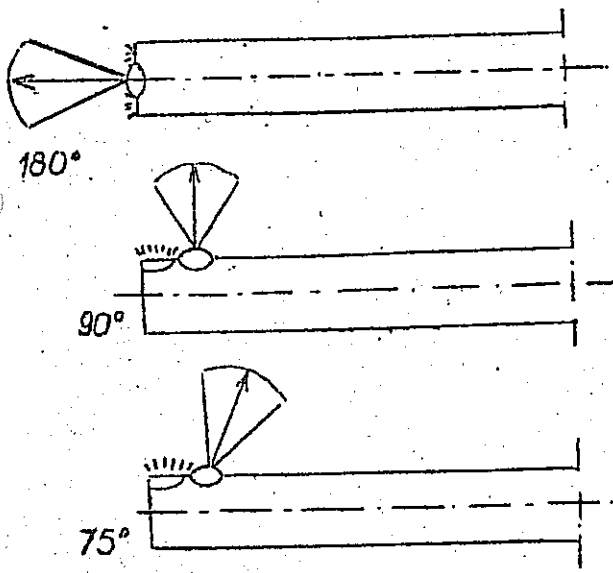
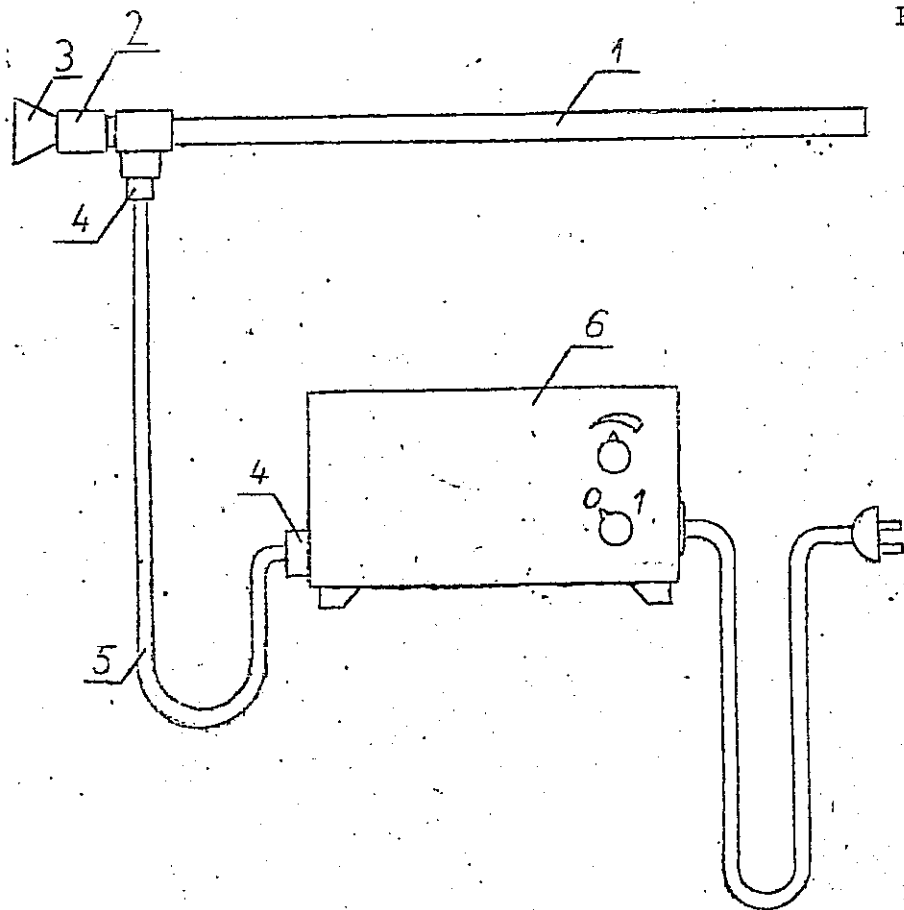


Рис. I  
Abb. 1

Sonden mit verschiedenen Optiken  
Зонды с различными оптическими элементами



- 1 Sonde
- 2 Schärfereinstellung
- 3 Augenoptik
- 4 Steckanschluss
- 5 Biegsame Lichtleiter mit Fadenoptik
- 6 Lichtgenerator

1. Зонд
2. Регулятор резкости
3. Визуальный оптический инструмент
4. Штекер подключения
5. Гибкий светопроводник с нитевой оптикой
6. Генератор света

Abb. 2 Рис. 2

Endoskop mit Starrfadenoptik

Эндоскоп с жесткой нитевой оптикой