



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014154121/06, 30.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.12.2014

(45) Опубликовано: 20.08.2015 Бюл. № 23

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Путинцева  
С.В. (каф. Э-2)

(72) Автор(ы):

Путинцев Сергей Викторович (RU),  
Агеев Артем Геннадиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ  
им. Н.Э. Баумана) (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ТРЕНИЯ В ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

## Формула полезной модели

Устройство для измерения силы трения в цилиндропоршневой группе двигателя внутреннего сгорания с воздушным охлаждением, содержащее цилиндр с фланцем, головку цилиндра, гайки на шпильках, соединяющих цилиндр и головку цилиндра и имеющих по краям средней части две опорные поверхности, одна из которых связана с фланцем цилиндра, другая - с блок-картером, в отверстии которого цилиндр установлен с осевым зазором, превышающим величину деформации шпилек при их сжатии, отличающееся тем, что оно снабжено размещенным в средней части шпилек участком упрочнения, выполненным в виде цилиндрического утолщения, осевой и диаметральный размеры которого соизмеримы соответственно с диаметром средней части и опорных поверхностей шпильки, а именно значения осевой высоты  $h$  и толщины или диаметра  $H$  указанного цилиндрического утолщения приблизительно равны соответственно с диаметром  $d$  средней части шпильки и максимальным диаметром ее опорной поверхности  $D$ , то есть  $h \approx d$  и  $H \approx D$ .

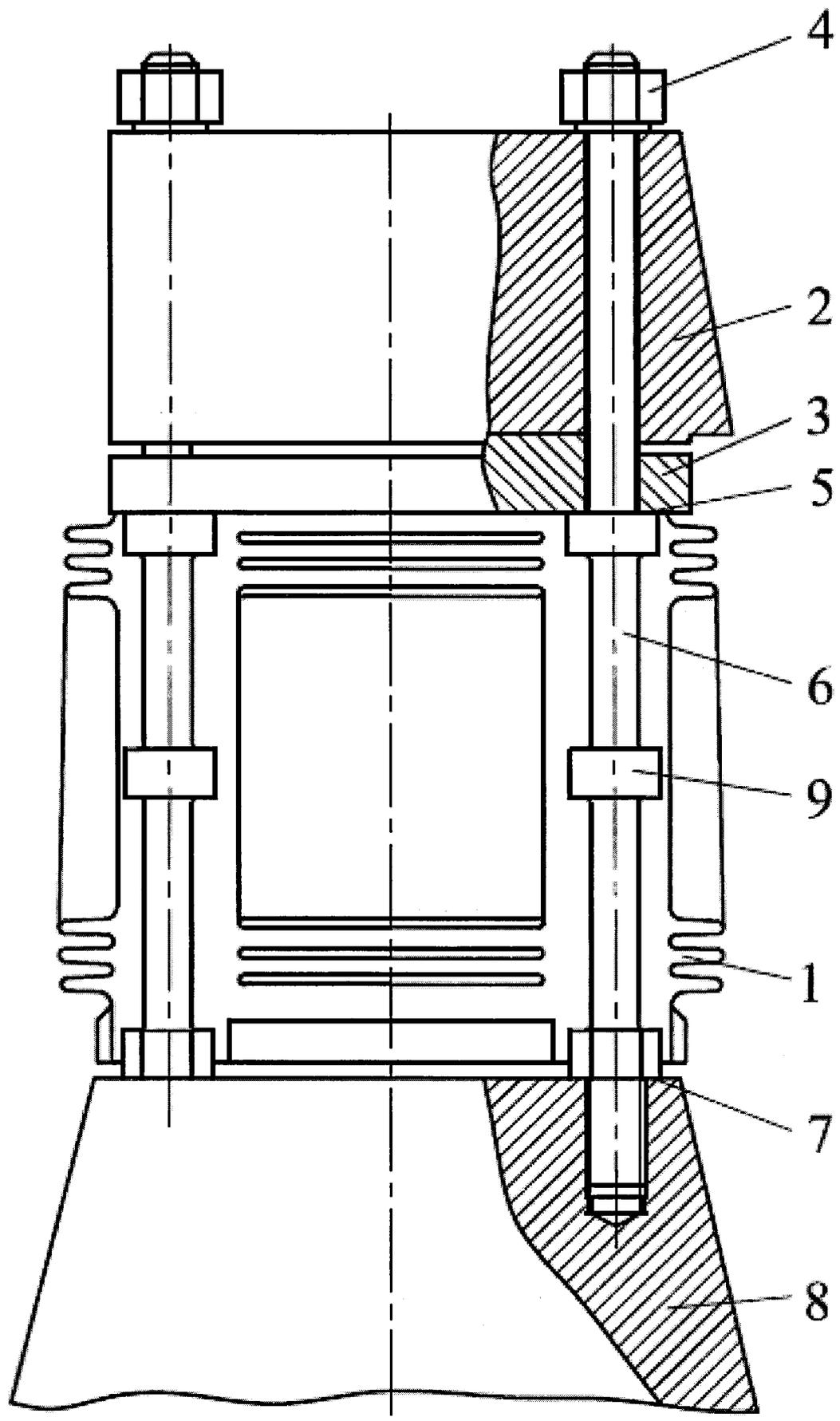
Полезная модель относится к машиностроению и может быть использована в поршневых машинах, в частности, при проведении испытаний по измерению силы трения в цилиндро-поршневой группе (ЦПГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с воздушным охлаждением. Задачей и техническим результатом полезной модели является снижение уровня изгибных напряжений в материале шпилек, повышение надежности работы устройства, точности и достоверности измерений, снижение расхода моторного масла на угар во время испытаний. Указанный результат достигается тем, что устройство для измерения силы трения в ЦПГ ДВС с воздушным охлаждением содержит цилиндр с фланцем, головку цилиндра, гайки на шпильках, соединяющих цилиндр и головку цилиндра и имеющих по краям средней части две опорные

поверхности, одна из которых связана с фланцем цилиндра, другая - с блок-картером, в отверстии которого цилиндр установлен с осевым зазором, превышающим величину деформации шпилек при их сжатии. При этом оно снабжено размещенным в средней части шпилек участком упрочнения, выполненным в виде цилиндрического утолщения, осевой и диаметральный размеры которого соизмеримы соответственно с диаметром средней части и опорных поверхностей шпильки, а именно: значения осевой высоты  $h$  и толщины (или диаметра)  $H$  указанного цилиндрического утолщения приблизительно равны соответственно с диаметром  $d$  средней части шпильки и максимальным диаметром ее опорной поверхности  $D$ , то есть:  $h \cong d$  и  $H \cong D$ . Благодаря этому, существенно (на 23%) снижаются максимальные напряжения изгиба в зоне заделки шпилек в блок-картер и подавляются (на 20...50%) искажения исходной геометрии образующей внутренней поверхности цилиндра, что обуславливает повышение надежности работы устройства, точности и достоверности проводимых с его помощью измерений, способствует снижению расхода моторного масла на угар во время испытаний. 2 ил.

R U 1 5 4 3 1 5 U 1

R U 1 5 4 3 1 5 U 1

RU 154315 U1



RU 154315 U1

## Область техники

Полезная модель относится к машиностроению и может быть использована в поршневых машинах, в частности, при проведении испытаний по измерению силы трения в цилиндро-поршневой группе (ЦПГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с воздушным охлаждением.

## Уровень техники

Аналогом предлагаемой полезной модели может быть принято устройство [1] для измерения сил трения в ЦПГ ДВС с воздушным охлаждением, содержащее цилиндр, головку цилиндра, каркас и блок-картер, скрепленные путем затяжки гаек на ввернутых в блок-картер анкерных шпильках. Данное устройство имеет сложную конструкцию, обусловленную наличием несущего каркаса. Кроме того, последний, перекрывая доступ охлаждающего воздуха к ребрам цилиндра, нарушает реально существующий на двигателе тепловой режим, что вносит искажения в результат измерения силы трения в ЦПГ.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемой полезной модели - прототипом - является устройство [2], содержащее цилиндр, головку цилиндра, блок-картер, гайки на ввернутых в блок-картер шпильках, снабженных по краям средней части двумя опорными поверхностями, одна из которых опирается на фланец, выполненный на цилиндре со стороны его головки, а другая - на поверхность блок-картера, причем между поверхностями цилиндра и блок-картера имеется зазор, превышающий величину деформации шпилек при их сжатии. Измерение силы трения в ЦПГ при использовании устройства [2] осуществляется путем регистрации напряжения сжатия-растяжения в средней части шпильки под действием указанной силы.

Недостатком прототипа является высокий уровень изгибных напряжений в материале шпилек, что обусловлено спецификой установки цилиндра на блок по схеме "подвесной фланцевый цилиндр - несущие фланцевые шпильки". При такой схеме цилиндр в значительной мере освобожден от нагрузок, вызванных затяжкой гаек и действием изгибающего момента от боковой силы поршня во время работы устройства. Однако в данном случае эти нагрузки воспринимают несущие шпильки, что приводит к резкому снижению их усталостной прочности и риску внезапной поломки устройства.

## Раскрытие полезной модели

Задачей и техническим результатом полезной модели является снижение уровня изгибных напряжений в материале шпилек, повышение надежности работы устройства, точности и достоверности измерений, снижение расхода моторного масла па угар во время испытаний.

Указанный результат достигается тем, что устройство для измерения силы трения в цилиндро-поршневой группе двигателя внутреннего сгорания с воздушным охлаждением содержит цилиндр с фланцем, головку цилиндра, гайки на шпильках, соединяющих цилиндр и головку цилиндра и имеющих по краям средней части две опорные поверхности, одна из которых связана с фланцем цилиндра, другая - с блок-картером, в отверстии которого цилиндр установлен с осевым зазором, превышающим величину деформации шпилек при их сжатии. При этом оно снабжено размещенным в средней части шпилек участком упрочнения, выполненным в виде цилиндрического утолщения, осевой и диаметральный размеры которого соизмеримы соответственно с диаметром средней части и опорных поверхностей шпильки, а именно: значения осевой высоты  $h$  и толщины, или (то есть) диаметра,  $H$  указанного цилиндрического утолщения приблизительно равны соответственно с диаметром  $d$  средней части шпильки и максимальным диаметром ее опорной поверхности  $D$  то есть:  $h \cong d$  и  $H \cong D$ . Иными

словами: в средней, заключенной между размещенными по концам каждой шпильки устройства опорными поверхностями, части выполнено упрочняющее утолщение, осевой размер которого соизмерим с диаметром шпильки, а диаметральный размер - с наружным диаметром опорных поверхностей шпильки.

5 Перечень чертежей

На фиг. 1 изображен общий вид предлагаемого устройства.

На фиг. 2 изображен эскиз основных размеров участка упрочнения шпильки.

Осуществление полезной модели

Новизна полезной модели состоит в том, что в отличие от прототипа, несущие  
10 шпильки не являются одинаковыми по диаметру (равнопрочными), а имеют в средней по осевой высоте части специально выполненное упрочнение, осевой и диаметральный размеры которого подобраны рациональным образом, позволяющим снизить уровень максимального изгибающего напряжения в наиболее опасном сечении шпильки (переход средней части в нижнюю опорную поверхность, сопряженную с блок-картером) и при  
15 этом не препятствовать процедуре монтажа-демонтажа устройства.

Анализ известных конструкций устройств для измерения сил трения в ЦПГ ДВС с воздушным охлаждением, показал, что в них отсутствуют цилиндрические (или иной формы) утолщения центральной части несущих шпилек, выполненные для упрочнения (увеличения изгибной жесткости) конструкции, что доказывает новизну предлагаемого  
20 технического решения.

В выполненных конструкциях ДВС с воздушным охлаждением утолщение центральной стержня анкерных шпилек, с помощью которых несущий цилиндр крепится на блок-картере, встречаются (например, см. [3]), однако, во-первых, схема крепления цилиндра в этих конструкциях принципиально отличается от той, что используется в  
25 предлагаемом устройстве с несущими шпильками и, во-вторых, влияние указанных утолщений на заявляемый технический результат в части повышения надежности работы двигателя и снижения его расхода масла на угар не подтверждены. Расчетное моделирование напряженно-деформированного состояния элементов устройства применительно к размерности и условиям номинального режима работы дизеля с  
30 воздушным охлаждением 1Ч 85/80 (ТМЗ-450Д), выполненное с помощью программного комплекса ANSYS, показало, что наличие упрочняющих участков 9 рациональных размеров в средней части шпилек 6 привело к снижению максимальных напряжений изгиба в зоне заделки шпилек 6 с 928 МПа до 711 МПа (снижение на 23%). Такой характер изменения напряжений в материале шпилек 6 означает уменьшение риска их  
35 поломки и однозначно указывает на повышение надежности работы устройства. Кроме того, наличие упрочняющих участков 9 шпилек 6 вызвало подавление искажение исходной геометрии внутренней поверхности цилиндра: вызываемые монтажными деформациями отклонения от исходной геометрии поперечного сечения образующей внутренней поверхности (зеркала) цилиндра снизились в поперечном сечении на 1...2  
40 мкм (на 20...33%), в продольном направлении - на 1...7 мкм (на 20...50%). Такое существенное снижение искажений исходной геометрии внутренней поверхности цилиндра приводит к повышению точности измерений силы трения, улучшению уплотнения зазора "поршень-цилиндр" поршневыми кольцами и, как следствие из этого, позволяет снизить расход моторного масла на угар во время испытаний.

45 Промышленная применимость заявляемого устройства обусловлена простотой конструкторско-технологической реализации его отличительных признаков, а также непременным условием оценки механических потерь в ЦПГ при испытаниях и доводке ДВС.

Полезная модель поясняется фиг. 1, на котором показан общий вид устройства для измерения силы трения в ЦПГ ДВС с воздушным охлаждением. Устройство включает цилиндр 1, имеющий обращенный к головке 2 цилиндра 1 фланец 3, связанный при помощи гаек 4 с верхней опорной поверхностью 5 несущих шпилек 6, установленных по нижней опорной поверхности 7 в блок-картер 8 и имеющих в средней своей части, заключенной между указанными опорными поверхностями, участок упрочнения 9, выполненный в виде цилиндрического утолщения, осевой и диаметральный размеры которого соизмеримы с диаметром средней части и опорных поверхностей шпильки.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. В собранном состоянии и при неработающем ДВС средний участок шпилек 6 разгружен от деформации. При работе ДВС на этом участке шпилек 6 возникают, в частности, осевые деформации растяжения-сжатия, пропорциональные силе трения поршня (на фиг. 1 не показан) в цилиндре 1. Регистрация этих деформаций, производимая любым известным методом, например, тензометрией, после соответствующей калибровки позволяет определить величину и изменение искомой силы трения в ЦПГ. Однако во время работы устройства несущие шпильки 6 неизбежно испытывают изгибающие напряжения, обусловленные действием момента от боковой силы поршня. Максимальное значение этих напряжений приходится на зону заделки шпилек 6 в блок-картер 8, т.е. на зону нижней опорной поверхности 7 шпилек 6. Практика применения известного устройства показала недостаточную надежность его работы, связанную с риском усталостного разрушения материала шпилек 6 из-за высоких, превышающих предел прочности материала шпильки 6 изгибных напряжений в зоне их заделки. Выполнение рационально подобранных по размерам участков упрочнения 9 в средней части шпилек 6 приводит к существенному снижению опасных изгибных напряжений в зоне заделки шпилек 6, повышая тем самым надежность работы устройства. Определение рациональных размеров - осевой высоты  $h$  и толщины  $H$  (фиг. 2) - участка упрочнения 9 в средней части каждой шпильки 6 было осуществлено путем последовательного перебора значений этих параметров как входных величин в процессе расчетного исследования напряженно-деформированного состояния элементов устройства, о чем сказано ниже. Естественным конструкционным ограничением указанных размеров были полная длина средней части  $L$  и максимальный диаметр  $D$  опорных поверхностей шпильки 6. Результаты моделирования напряженно-деформированного состояния показали, что наименьшие напряжения изгиба при прочих равных условиях дали значения осевой высоты  $h$  и толщины (диаметра)  $H$ , примерно равные (соизмеримые) с диаметром  $d$  средней части шпильки 6 и максимальным ее диаметром  $D$  т.е.  $h \cong d$  и  $H \cong D$ . Выбор цилиндрической формы для участка упрочнения 9 был обусловлен соображениями обеспечения простоты изготовления шпильки 6.

Технико-экономическим преимуществом предлагаемой полезной модели является снижение уровня изгибных напряжений в материале шпилек, повышение надежности работы устройства, увеличение точности и достоверности измерений с его помощью силы трения в ЦПГ, а также снижение расхода моторного масла на угар во время испытаний.

Источники информации:

1. Рык Г.М., Тухман И.Я. Определение сил трения поршневой группы дизеля с воздушным охлаждением Межвед. респ: научн.-техн. сб. "Двигатели внутреннего сгорания". - Харьков: ХГУ им. А.М. Горького, 1980. - Вып. 31. - С. 105-112.

2. А.с. СССР №985736. Устройство для определения силы трения в цилиндропоршневой группе двигателя внутреннего сгорания с воздушным охлаждением / С.В. Путинцев, В.К. Чистяков, Ю.С. Песоцкий и др. - Бюлл. №48. - 1982. - С. 160.

3. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода / В.В. Эфрос, Н.Г. Ерохин, Р.И. Кульчицкий и др. - М.: Машиностроение, 1976. - 277 с.

5

10

15

20

25

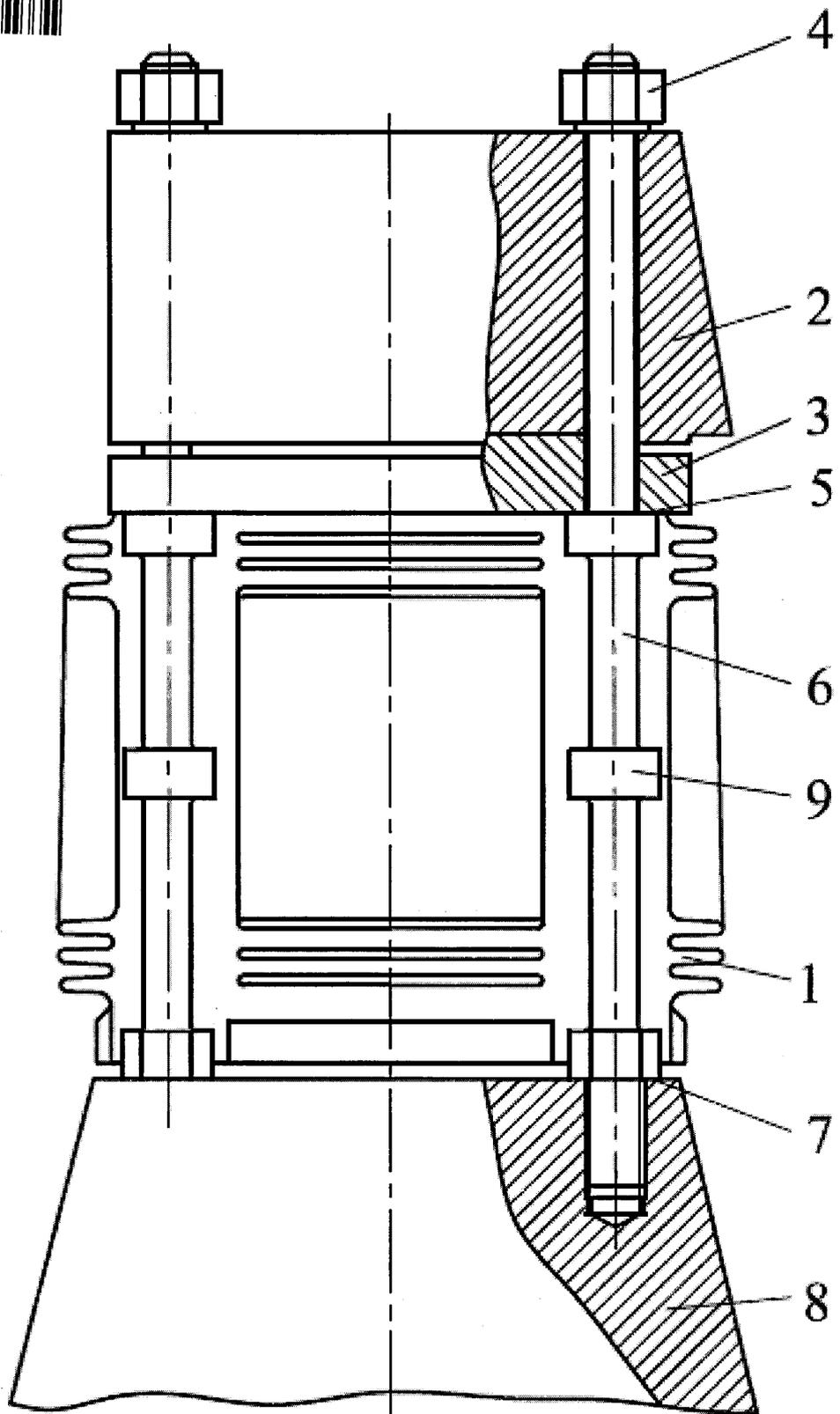
30

35

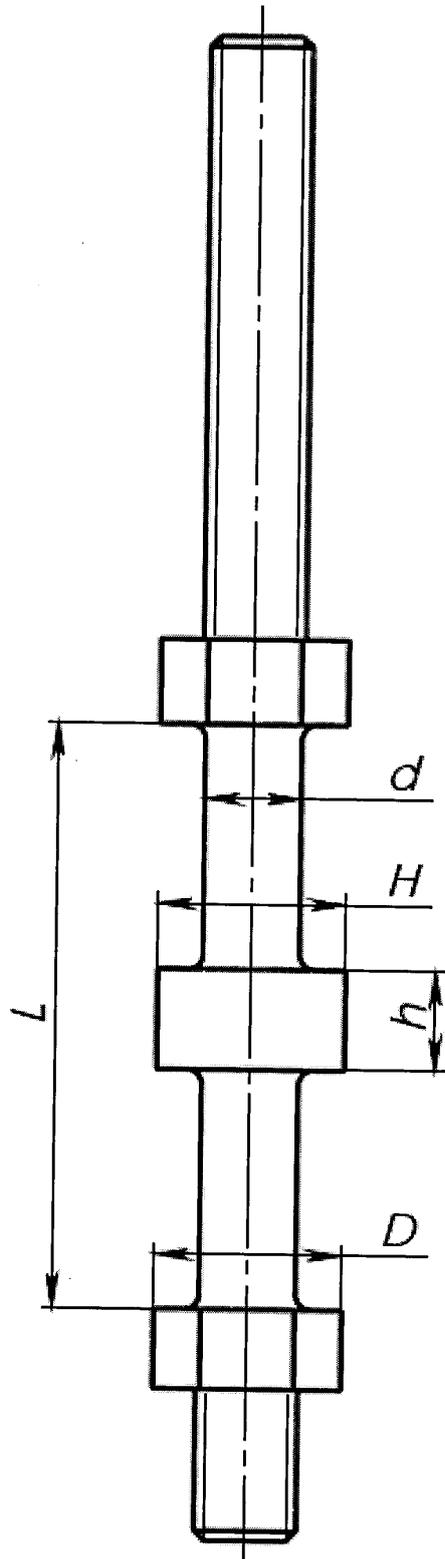
40

45

PP



Фиг.1



Фиг.2