

Рядные многоплунжерные  
топливные насосы  
высокого давления дизелей

Robert Bosch GmbH

С момента создания фирмой Bosch первого рядного многоплунжерного ТНВД в 1927 году бесчисленное множество таких насосов обеспечивают надёжную работу дизелей. Эта «классическая технология впрыска топлива в дизелях» и сегодня используется на очень многих двигателях. Главным их достоинством являются высокая надёжность и простота технического обслуживания.

Рядные многоплунжерные ТНВД типа PE обслуживают весьма значительный парк дизельных двигателей. Они используются в небольших стационарных двигателях, двигателях легковых и грузовых автомобилей и даже в больших судовых дизелях мощностью несколько тысяч киловатт. Следовательно, знакомство с этим типом ТНВД является важным началом для каждого, кто интересуется дизелями.

В сочетании с системой электронного управления дизелей (EDC), всё повышающимся давлением впрыска топлива и высокой точностью дозирования топливоподачи эти насосы могут достигать значительного улучшения в долговечности, снижении уровня выброса вредных веществ и расхода топлива.

Данная книга является частью серии «Технические инструкции», касающейся методов обеспечения впрыска топлива в дизелях. В ней находит объяснение каждый важный аспект множества конструкций ТНВД и их компонентов, таких как корпуса ТНВД и нагнетательные клапаны, также как и проникновение в принципы их работы.

В книге имеются также главы, посвящённые регуляторам частоты вращения и системам автоматического регулирования и управления, описание функциональных режимов, таких как ограничение промежуточной и максимальной частоты вращения, конструктивных типов ТНВД и принципов действия. Приводятся также объяснения устройства и работы таких важных компонентов систем топливоподачи дизелей, как форсунки и распылители форсунок.

В главе, посвящённой способам технического обслуживания, описываются методы испытаний и регулировок элементов топливных систем дизелей. Отдельно даются подробные объяснения принципов работы систем электронного управления дизелей (EDC).

- 4 **Обзор топливных систем дизелей**
- 4 Технические требования
- 6 **Обзор топливных систем с рядными многоплунжерными ТНВД**
- 6 Области применения
- 6 Типы ТНВД
- 7 Состав системы
- 7 Регулирование
- 10 **Система топливоподдачи (линия низкого давления)**
- 10 Топливный бак
- 10 Топливные линии (трубопроводы топливоподдачи)
- 11 Фильтр дизельного топлива
- 12 Дополнительные клапаны рядных многоплунжерных ТНВД
- 14 **Топливоподкачивающие насосы рядных многоплунжерных ТНВД**
- 14 Применения
- 15 Устройство и принцип работы
- 17 Насосы ручной прокачки
- 17 Предварительный топливный фильтр
- 17 Система подачи топлива самотёком
- 18 **Стандартные рядные многоплунжерные ТНВД «Тип РЕ»**
- 19 Установки и система привода
- 19 Устройство и принцип действия
- 28 Варианты конструкций ТНВД
- 38 Многоплунжерные рядные ТНВД типа РЕ для работы на альтернативных топливах
- 39 Работа рядных многоплунжерных ТНВД
- 40 **Регуляторы и системы автоматического регулирования и управления рядных многоплунжерных ТНВД**
- 40 Разомкнутые и замкнутые системы управления
- 42 Принцип действия регулятора частоты вращения/системы автоматического регулирования
- 42 Режимы работы (определения)
- 43 Формирование регуляторных характеристик
- 44 Назначение регулятора/системы автоматического регулирования (управления)
- 47 Типы регуляторов частоты вращения/ систем автоматического регулирования (управления)
- 52 Обзор конструктивных типов регуляторов частоты вращения
- 58 Механические регуляторы частоты вращения
- 84 Регулирующие устройства
- 97 Пневматическое устройство остановки двигателя Тип РНАВ
- 98 Муфты опережения впрыска топлива
- 100 Механизмы электромагнитного привода
- 102 Полудиференциальный датчик с кольцом замыкания
- 104 **Рядные многоплунжерные ТНВД с управляющей муфтой**
- 105 Устройство и принцип действия
- 108 **Распылители форсунок**
- 110 Штифтовые распылители форсунок
- 112 Распылители соплового типа
- 116 Дальнейшее развитие конструкций распылителей
- 118 **Форсунки**
- 120 Стандартные форсунки
- 121 Форсунки со ступенчатым упором
- 122 Двухпружинные форсунки
- 123 Форсунки с датчиком подъёма иглы распылителя
- 124 **Линии высокого давления**
- 124 Арматура соединений линий высокого давления
- 125 Трубопроводы линий высокого давления
- 128 **Электронное управление дизелей**
- 128 Технические требования
- 128 Обзор систем управления
- 129 Системные блоки
- 130 Рядные многоплунжерные ТНВД
- 132 **Технология технического обслуживания**
- 132 Обзор
- 134 Стенды для испытаний ТНВД
- 136 Испытание рядных многоплунжерных ТНВД
- 140 Испытание форсунок
- 142 **Аббревиатуры**

1 Области применения наиболее важных рядных многоплунжерных ТНВД и их регуляторов частоты вращения						
Область применения	Легковые автомо- били	Стационарные двигатели	Коммерческие автомобили	Строительные и сельскохозяй- ственные машины	Тепловозы	Суда
<b>Тип ТНВД</b>						
Стандартный рядный ТНВД Тип М	•	–	–	•	–	–
Стандартный рядный ТНВД Тип А	–	•	–	•	–	–
Стандартный рядный ТНВД Тип MW <sup>1)</sup>	–	–	•	•	–	–
Стандартный рядный ТНВД Тип Р	–	•	•	•	•	•
Стандартный рядный ТНВД Тип R <sup>2)</sup>	–	–	•	•	•	•
Стандартный рядный ТНВД Тип P10	–	•	–	•	•	•
Стандартный рядный ТНВД Тип ZW(U)	–	–	–	–	•	•
Стандартный рядный ТНВД Тип P9	–	•	–	•	•	•
Стандартный рядный ТНВД Тип CW	–	–	–	–	•	•
Рядный ТНВД с дозирующей муфтой (Тип O)	–	–	•	–	–	–
<b>Тип регулятора</b>						
Двухрежимный регулятор частоты вращения Тип RSF	•	–	–	•	–	–
Двухрежимный регулятор частоты вращения Тип RQ	–	–	•	•	–	–
Двухрежимный регулятор частоты вращения Тип RQU	–	–	–	–	–	•
Всережимный регулятор частоты вращения Тип RQV	–	•	•	•	–	–
Всережимный регулятор частоты вращения Тип RQUV	–	–	–	–	•	•
Всережимный регулятор частоты вращения Тип RQVK	–	–	•	–	–	–
Всережимный регулятор частоты вращения Тип RSV	–	•	–	–	–	–
Всережимный регулятор частоты вращения Тип RSUV	–	–	–	–	–	•
Тип RE (электрический привод рейки)	•	–	•	–	–	–

Таблица 1

- 1) Этот тип насоса больше не используется в новых системах
- 2) Такая же конструкция, как и Тип Р, но предназначена для более тяжёлых нагрузок

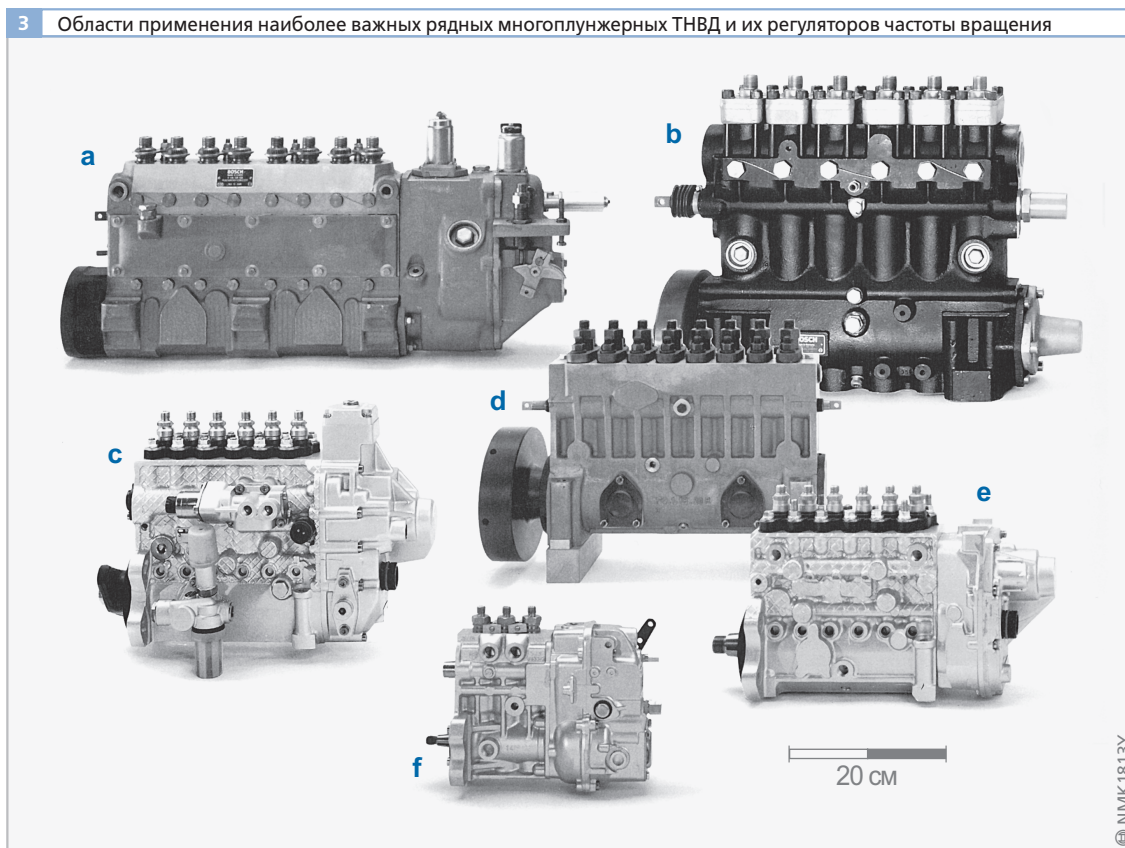
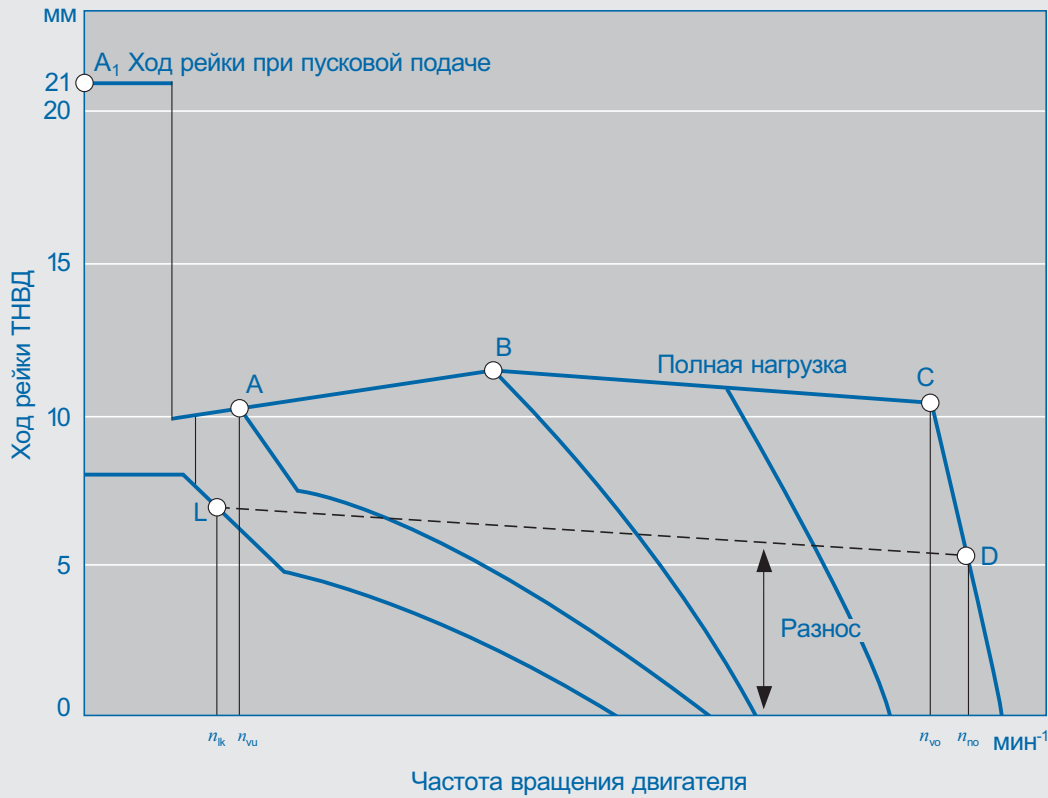


Рис. 3.

Типы ТНВД:

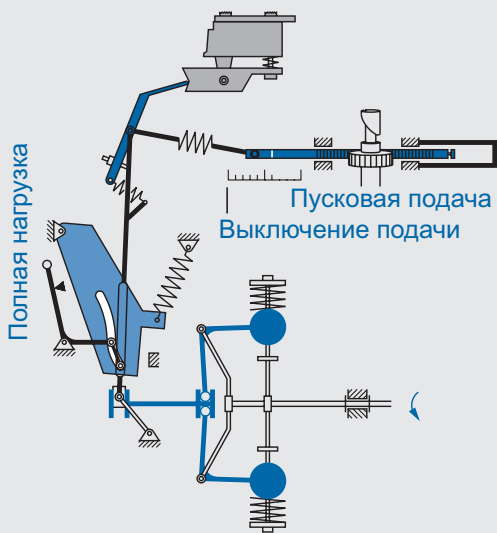
- a ZWM (8 цилиндров)
- b CW (6 цилиндров)
- c H (с дозирующей муфтой - 6 цилиндров)
- d P9/P10 (8 цилиндров)
- e P7100 (6 цилиндров)
- f A (3 цилиндра)

26 График внешней скоростной характеристики и регуляторных характеристик всережимного регулятора типа RQV..K



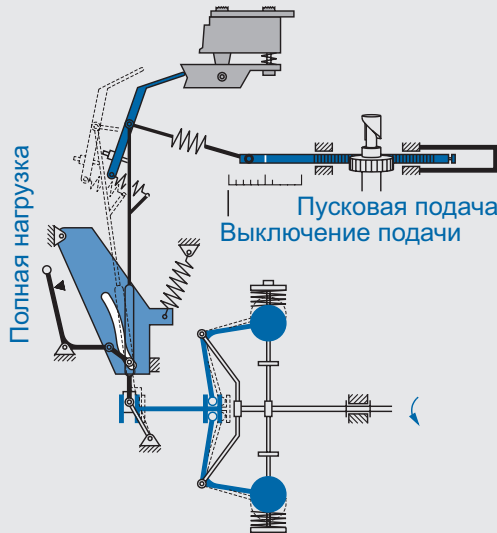
UMK0522-1E

27 Всережимный регулятор типа RQV..K (подача топлива при полной нагрузке в области промежуточных скоростных режимов).



UMK0524-1E

28 Всережимный регулятор типа RQV..K (подача топлива при полной нагрузке на номинальном режиме).



UMK0525-1E

Рис. 27  
Максимум кривой внешней скоростной характеристики

Рис. 28  
Конец фазы положительного корректирования, пунктирная кривая соответствует значениям частот вращения холостого хода различных регулируемых скоростных режимов

тивный управляющий ток, который определяет перемещение якоря электромагнита в электромагнитном приводе, зависит от соотношения длительности импульса и длительности интервала между импульсами. При короткой длительности импульсов управляющий ток небольшой, а при большой длительности импульсов величина тока является высокой. Частота электрического сигнала выбирается в зависимости от конструкции электрического привода. Такой метод управления исключает проблемы с помехами, которые в противном случае могли бы иметь место при малых токах.

### Рядные многоплунжерные ТНВД с электромагнитным приводом и управляющей муфтой

Рядные многоплунжерные ТНВД с электромагнитным приводом и управляющей муфтой, кроме рейки 5 для регулирования величины цикловой подачи, имеют также установочный вал управляющей муфты (позиция 3 на рис. 3) для регулирования угла опережения впрыска топлива (см. Раз-

дел «Рядные многоплунжерные ТНВД с управляющей муфтой»). Вал управляющей муфты поворачивается дополнительным механизмом привода 1 через шаровой шарнир 2. Слабый сигнал управляющего тока вызывает небольшое перемещение вала и, следовательно, позднее начало впрыска топлива. По мере увеличения тока угол опережения впрыска топлива увеличивается.

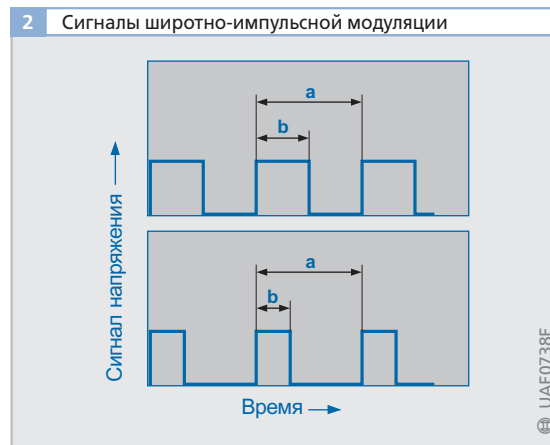


Рис. 2  
а Постоянная частота сигнала  
б Переменная длительность сигнала

3 | Рядный многоплунжерный ТНВД с электромагнитным приводом и управляющей муфтой

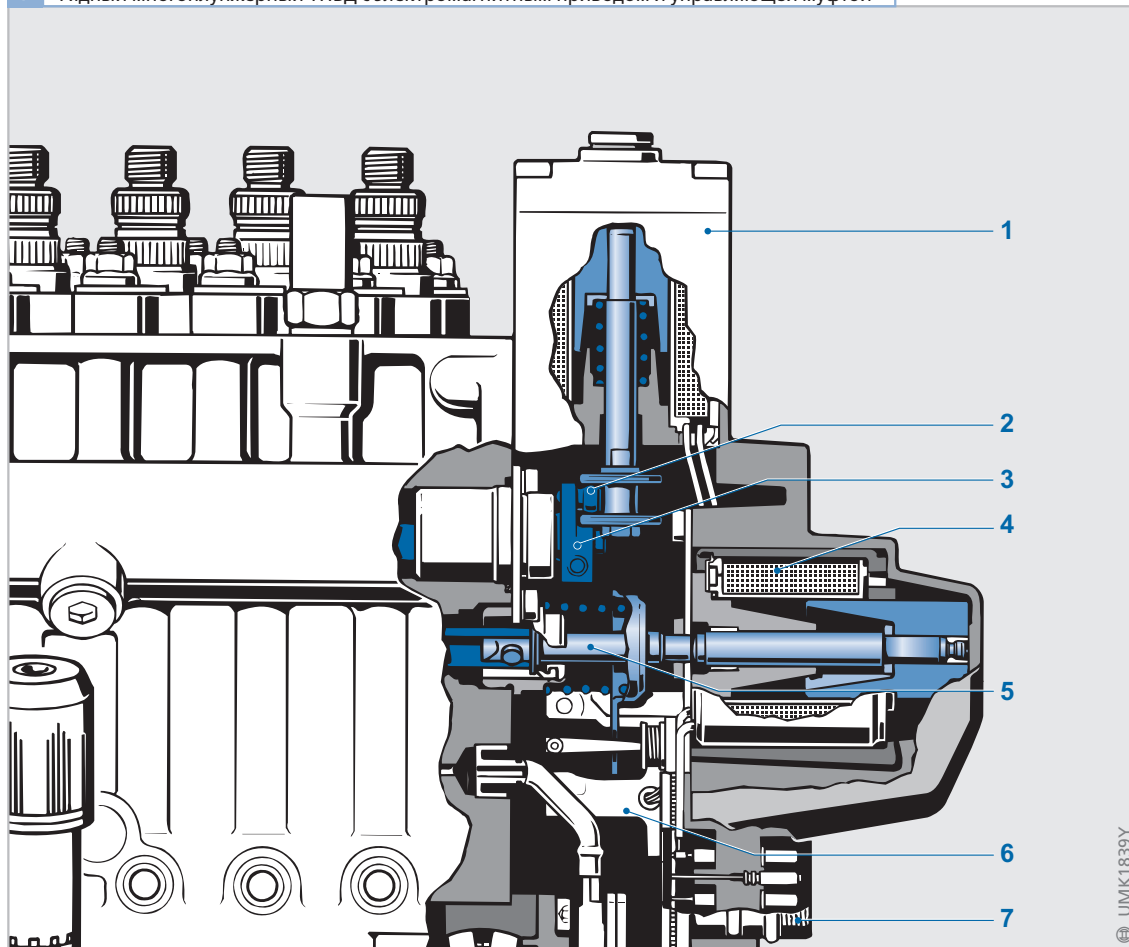


Рис. 3  
1 Механизм привода управляющей муфты (механизм регулирования угла опережения впрыска топлива)  
2 Шаровой шарнир  
3 Установочный вал управляющей муфты  
4 Электромагнит  
5 Рейка ТНВД  
6 Датчик хода рейки ТНВД  
7 Электрический разъём

## Форсунки с датчиком подъёма иглы распылителя

### Применение

Момент начала подачи топлива является ключевым параметром оптимизации эффективных характеристик работы дизеля. Возможность определения этой величины позволяет регулировать начало подачи в соответствии с нагрузкой и частотой вращения двигателя в системе управления с обратной связью (замкнутой системе управления). В топливных системах с ТНВД распределительного типа и с рядными многоплунжерными ТНВД это достигается посредством использования форсунок с датчиком подъёма иглы распылителя (рис. 2), который передаёт сигнал начала подъёма иглы.

### Устройство и принцип действия

Через катушку датчика проходит электрический ток приблизительно в 30 мА (позиция 11 на рис. 2). Удлиненный нажимной шток 12 скользит внутри направляющей 9. Глубина проникновения X определяет величину магнитного поля в катушке, при изменении которого в результате перемещения иглы генерируется сигнал напряжения, зависящий также от скорости движения иглы (рис. 1). Этот сигнал обрабатывается в обрабатывающем контуре электронного блока управления. Если уровень сигнала превышает пороговое напряжение, то это интерпретируется в анализаторе как момент начала впрыска.

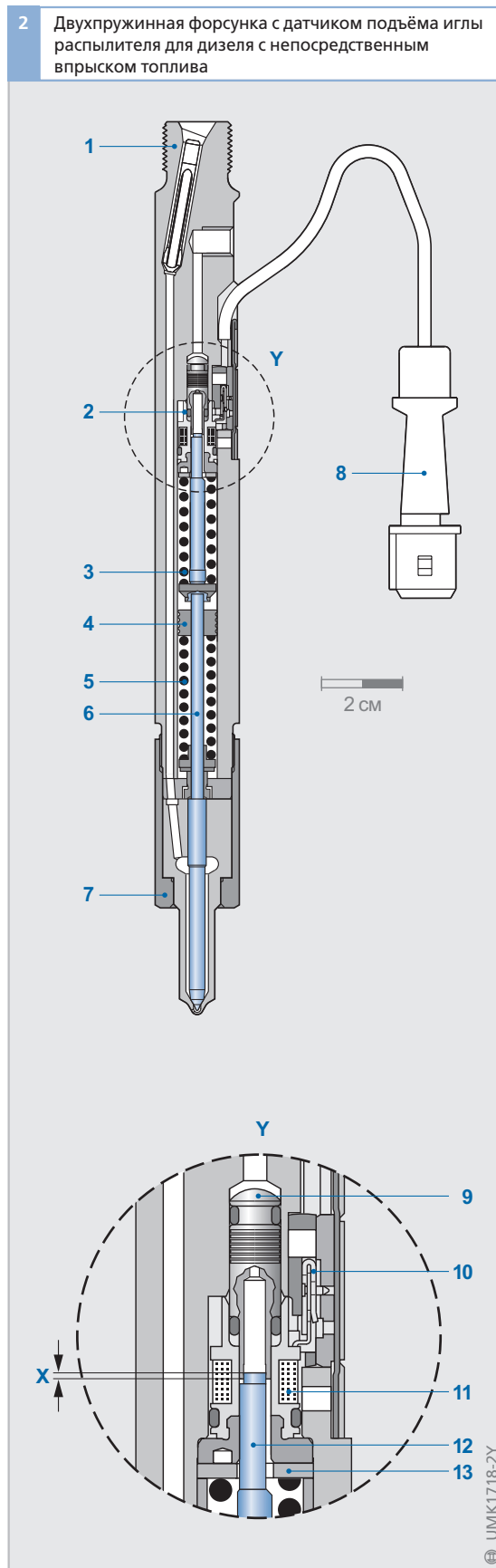


Рис. 1

- a Кривая подъёма иглы
- b Кривая характеристики соответствующего сигнала напряжения катушки

Рис. 2

- 1 Корпус форсунки
  - 2 Датчик подъёма иглы
  - 3 Пружина
  - 4 Направляющая шайба
  - 5 Пружина
  - 6 Нажимной шток
  - 7 Гайка крепления корпуса распылителя
  - 8 Разъём соединения с электронным блоком управления
  - 9 Направляющий штифт
  - 10 Контакт
  - 11 Катушка датчика
  - 12 Нажимной шток
  - 13 Седло пружины
- X Глубина проникновения нажимного штока в катушку