

ФГОУ ВПО

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

**«ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ
ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ
УСТРОЙСТВОМ ИМД-ЦМ»**

Краснодар,

СОДЕРЖАНИЕ

С.

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ЗАДАНИЕ	4
2. ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА	5
3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	5
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	6
4.1 Устройство измерительное ИМД-ЦМ	6
4.2 Подготовка к работе	7
4.3 Порядок выполнения работы	9
5 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	16
6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ	18

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в установлении технического состояния дизельных двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения без их разборки посредством их диагностирования с помощью устройства измерительного ИМД-ЦМ. Это позволяет удешевить и облегчить саму работу, а также увеличить работоспособность двигателей.

Устройство для технического диагностирования двигателей в комплексе с первичным преобразователем – (ПрП-2) позволяет измерять:

- частоту вращения коленчатого вала двигателя;
- ускорение разгона и выбега коленчатого вала и эффективную мощность двигателя;
- постоянное напряжение электрооборудования трактора.

1 ЗАДАНИЕ

1.1 Изучить устройство и принцип действия прибора ИМД-ЦМ и первичного преобразователя ПрП-2.

1.2 Провести техническое диагностирование тракторного дизеля:

- 1) измерить частоту вращения коленчатого вала двигателя;
- 2) измерить ускорение разгона в области номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя (оценка эффективной (*max*) мощности двигателя;
- 3) измерить ускорение разгона при частоте вращения коленчатого вала n_{min} , соответствующей максимальному крутящему моменту;
- 4) измерить ускорение выбега в области номинальной частоты коленчатого вала двигателя;
- 5) измерить ускорение разгона при очередном отключении цилиндров; оцените равномерность работы цилиндров;

2 ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Оборудование рабочего места включает:

- 1) устройство измерительное ИМД-ЦМ;
- 2) преобразователь первичный ПрП₂;
- 3) шнур измерительный;
- 4) шнур ПрП-2;
- 5) аккумуляторная батарея – 12V.

3 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие инструктаж, изучившие правила техники безопасности при выполнении работы и методические указания.

Не находиться впереди или сзади трактора во время его заводки; не трогать руками движущиеся и вращающиеся детали трактора.

Находиться в кабине трактора можно только по разрешению преподавателя (учебного мастера).

Оберегаться попадания нефтепродуктов на одежду и тело.

При пользовании специальной (рабочей) одеждой застегнуть и заправить одежду так, чтобы не было свисающих концов; длинные волосы заправить под головной убор.

Прибор не имеет внутри себя опасных для жизни напряжений электрического тока; при работе с ним достаточно иметь источник постоянного тока с напряжением около 13,5 V.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Устройство измерительное ИМД-ЦМ

Общий вид устройства представлен на рисунке 1.1. Конструктивное устройство выполнено в виде прибора настольного типа и состоит от блока устройства – поз. 1, корпуса – поз. 2; стойки – поз. 3.

Блок устройства включает в себя переднюю панель с расположенными на ней гнездами «вход», клавишными переключателями рода работ, ручками потенциометров, шнуром питания и стеклом смотровым.

Все клавиши переключателей рода работ обозначены на панели, имеют независимую фиксацию и следующие назначения:

1) клавиша ($\frac{n}{\varepsilon}$) предназначена для включения устройства в режим измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя (клавиша в исходном положении) или ускорения (при нажатой клавише);

2) клавиша (- ε +) – «Измерение отрицательного ускорения» предназначена для включения устройства в режим измерения «отрицательного» ускорения (при нажатой клавише);

3) клавиша «Калибровка ускорения» (ε) предназначена для включения в режим калибровки при измерении углового ускорения. Здесь, как и далее клавишу необходимо нажать;

4) клавиша «Калибровка уровня фиксации» ($n\varepsilon$) предназначена для включения устройства в режим калибровки, т.е. установки оборотов, при которых производится ускорение;

5) клавиша «Калибровка частоты вращения» (n) предназначена для калибровки при измерении оборотов коленчатого вала двигателя;

6) клавиша «ВОМ» предназначена для включения устройства в режим диагностирования от вала отбора мощности двигателя (с преобразователем частоты вращения ВОМ КИ-13941 ГОСНИТИ);

7) клавиша «Число цилиндров» ($\frac{1-4}{6-12}$) предназначена для включения устройства в режим измерения ускорения двигателей с числом цилиндров от единицы до четырех (клавиша в исходном положении) и от шести до двенадцати (клавиша нажата);

8) клавиша «Измерение напряжения» (U) предназначена для включения устройства в режим измерения постоянного напряжения.

Над клавишами переключателя рода работ расположены три ручки потенциометров установки калибровочных значений: крайнего левого – «Калибровка ускорений» (ε); второго – «Калибровки уровня фиксации» - ($n\varepsilon$); третьего – «Калибровки частоты вращения» (n).

Ручкой потенциометра «ВКЛ» производится включение устройства и регулировок времени индикации измерений на цифровом табло.

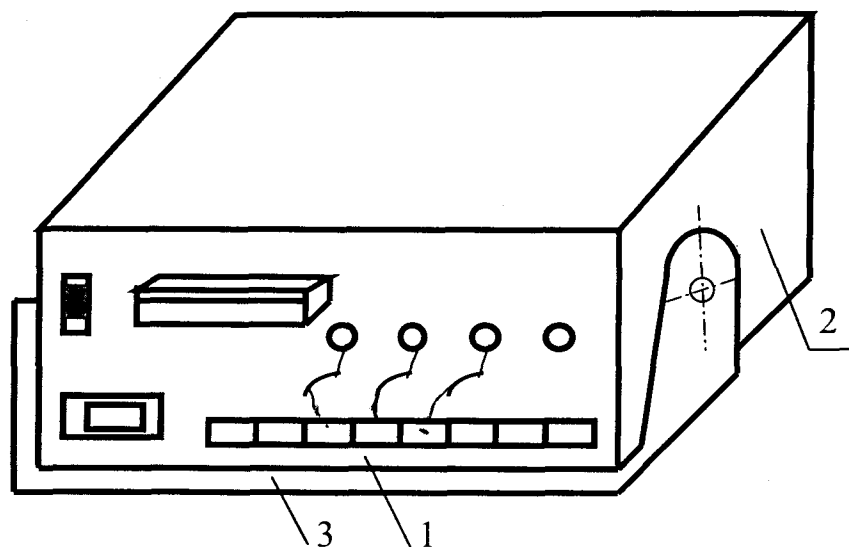


Рисунок 1.1 – Общий вид устройства ИМД-ЦИ:
1 – блок устройства; 2 – корпус; 3 – стойка.

Снизу от индикаторного табло расположены гнезда «ВХОД», к которым подключен шнур преобразователя первичного ПрП-2; сверху – шнур питания – «12 v».

Устройство подключается к внешнему источнику питания с соблюдением полярности.

4.2 Подготовка к работе

4.2.1 Подготовка трактора к работе заключается в сверлении отверстия в картере маховика напротив зубчатого венца и нарезании в нем резьбы М 16х1,5.

Все измерения производятся на тракторах, имеющих в наличии все вращающиеся сборочные единицы, предусмотренные паспортом (для трактора ДТ-75М необходимо отключить ВОМ и привод гидросистемы); иначе это приведет к изменению приведенного момента инерции и будет допущена ошибка в оценке состояния двигателя.

4.2.2 Подготовка устройства к измерениям предусматривает установку на двигатель первичного преобразователя, для чего его заворачивают в специально сделанное отверстие с резьбой в картере маховика до упора в зубчатый венец маховика. Затем отворачивают на 1,5 оборота (для создания необходимого зазора зуб – датчик) и контрят гайкой.

Далее необходимо:

- 1) подключить шнур питания к источнику питания;
- 2) поворотом ручки «ВКЛ» по часовой стрелке включить питание (если индикаторные лампы не светятся, поменяйте местами штекеры шнура питания);
- 3) подключите с помощью шнура преобразователь к гнездам «ВХОД» устройства.

Диагностирование предусматривает косвенное снятие энергетических показателей двигателей, сравнение полученных значений с эталонными,

анализ их, поиск и устранение обнаруженных неисправностей с целью восстановления работоспособности машин.

4.2.3 Прежде чем производить измерения на двигателе, необходимо выполнить калибровку устройства по следующим параметрам:

- 1) калибровка устройства по частоте вращения;
 - нажмите клавишу (**n**);
 - вращением ручек потенциометра «Калибровка частоты вращения «n» установите на цифровом табло калибровочное значение для данной марки дизельного двигателя, используя данные, приведенные в таблице 1.1 (графа 3). Установка калибровочной величины частоты вращения выполняется с погрешностью ± 2 единицы;
 - повторным нажатием вернуть клавишу (**n**) в исходное положение;
- 2) калибровка устройства по ускорению:
 - нажмите клавишу (**ε**);
 - вращением ручки потенциометра «Калибровка ускорения «ε» установите на цифровом табло калибровочное значение $327,2 \pm 0,5$, постоянное для всех марок дизелей;
 - повторным нажатием верните клавишу (**ε**) в исходное (отжатое) положение;

Таблица 1.1 – Калибровочные величины устройства

Марка трактора	Марка двигателя	Калибровочное значение по частоте вращения, об/мин	Калибровочное значение по ускорению, c^{-2}	Значение частоты вращения, на которую настраивается устройство для измерения ускорения, об/мин	
				в области номинальной частоты вращения	в области максимального крутящего момента
1	2	3	4	5	6
К-701	ЯМЗ-24 ОБ	1630		1800	1300
К-700А	ЯМЗ-238МБ	1630		1600	1300
К-700	ЯМЗ-238НБ	1630		1600	1300
Т-150К	СМД-62	1673		2000	1650
ДТ-75М	А-41	1802	327,2	1650	1200
ДТ-75	СМД-14	1875		1600	1200
МТЗ-80	Д-240	1302		2100	1200
МТЗ-82	Д-240	1302		2100	1200
МТЗ-80Л	Д-240Л	1562		2100	1550
МТЗ-82Л	Д-240Л	1562		2100	1200
МТЗ-50	Д-50	1302		1600	1200
МТЗ-52	Д-50	1302		1600	1200
ЮМЗ-6Л	Д-65Н	1420		1650	1200
Т-4А	А-01М	1704		1600	1200
Т-40М	Д-144	1875		1900	1400
Т-74	СМД-14А	1875		1600	1200

3) дополнительно настройте устройство на частоту вращения, при которой измеряется ускорение, для чего выполните следующие операции:

- нажмите клавишу ($n\varepsilon$);
- вращением ручки потенциометра «Калибровка ускорения $n\varepsilon$ » установите на цифровом табло значение, приведенное в таблице 1.1, используя данные графы 5 при измерении ускорения в области номинальной частоты вращения или данные графы 6 при измерении ускорения в области максимального крутящего момента двигателя;
- повторным нажатием верните клавишу ($n\varepsilon$) в исходное положение.

4.3 Порядок выполнения работы

4.3.1 Измерение частоты вращения коленчатого вала

Для измерения частоты вращения коленчатого вала дизеля необходимо:

- 1) подготовить устройство к измерению (пункты 4.2.1; 4.2.2);
- 2) откалибровать устройство по частоте вращения (пункт 4.2.3, подпункт 1);
- 3) запустить двигатель;
- 4) записать показания цифрового табло устройства при нахождении всех клавиш в исходном положении. Вращением точки потенциометра «ВКЛ» установить удобное время индикации результатов измерения на цифровом табло.

4.3.2. Измерение ускорений разгона в области номинальной частоты вращения коленчатого вала (оценка эффективной мощности двигателя).

Для оценки эффективной мощности необходимо:

- 1) подготовить устройство к работе и настроить устройство и частоту вращения, при которой измеряется ускорение вращения (пункт 4.2.3, подпункт 2);
- 2) запустить двигатель и прогреть до температуры воды и масла 70-90°;
- 3) установить клавишу числа цилиндров « $\frac{1-4}{6-12}$ » в положение, соответствующее числу цилиндров двигателя. При числе работающих цилиндров 1-4 клавиша должна находиться в исходном положении, а при числе «6-12» нажата;

- 4) нажать клавишу ($\frac{n}{\varepsilon}$);
- 5) установить дизелю максимальную частоту вращения;
- 6) резко выключить подачу топлива и при достижении минимальной частоты вращения мгновенно перевести рычаг топливоподачи в положение максимальной подачи. Не меняя положение рычага топливоподачи, записать показания цифрового табло;

7) повторить операции (5-6) не менее трех раз и найти среднее значение углового ускорения разгона. Если при измерениях тепловой режим двигателя отличается от паспортного режима (70-90°), произвести корректировку полученного значения по графику - рисунок 1.2, где

пунктирными линиями показан пример определения поправки углового ускорения при измеренном значении $\varepsilon_{изм}$ равном $17 \cdot c^{-2}$ и температуре воды $25^{\circ}C$:

$$\varepsilon_{пр} = \varepsilon_{изм} + \Delta\varepsilon, \quad (1.1)$$

где $\varepsilon_{пр}$ - приведенное угловое ускорение, c^{-2} ;

$\varepsilon_{изм}$ - полученное измерением угловое ускорение, c^{-2} .

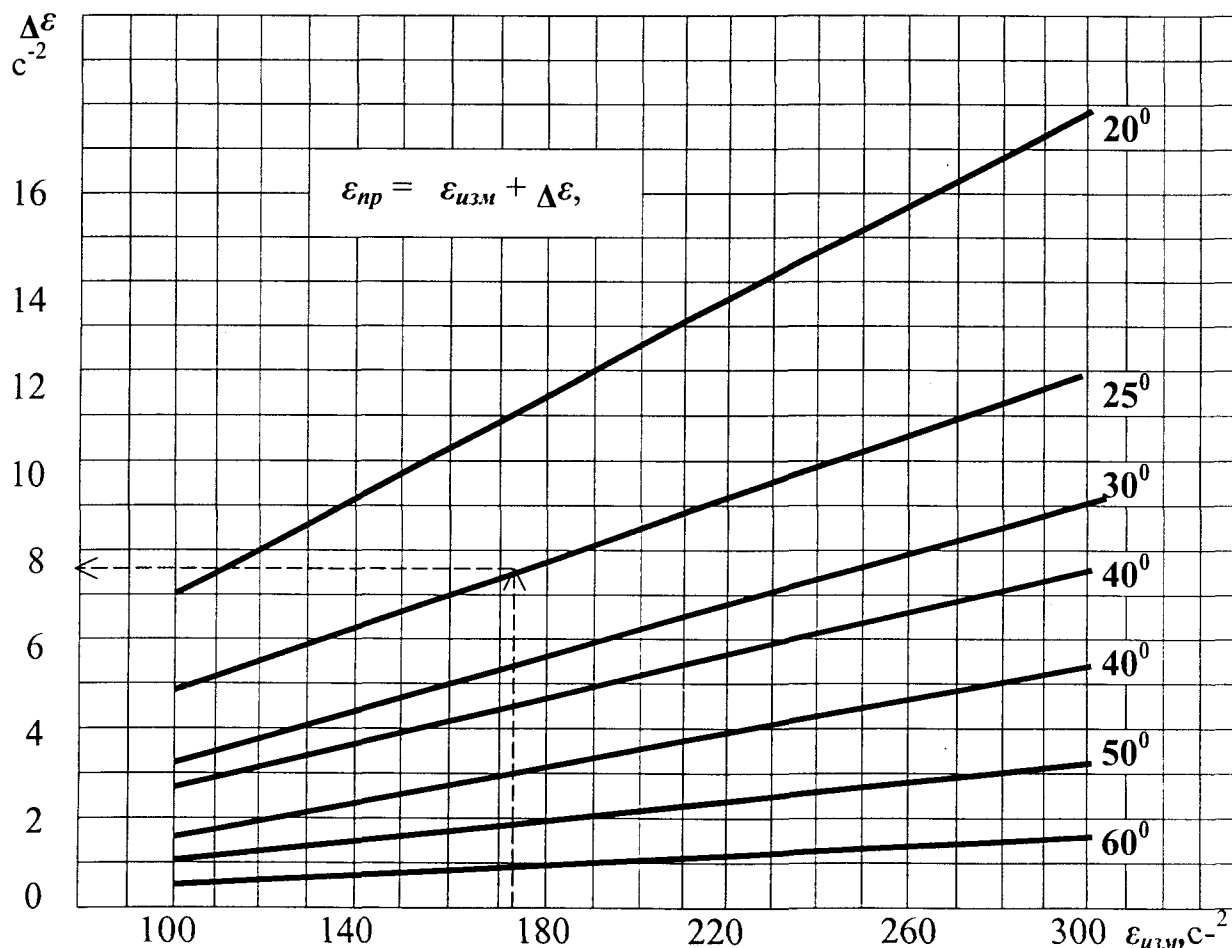


Рисунок 1.2 - График корректировки ускорений разгона по температуре двигателя.

Тогда $\varepsilon_{пр} = 170 + 7 = 177 \cdot c^{-2}$;

8) сравните полученное значение с допустимым таблица 1.2, графа 7.

При отклонении полученного значения углового ускорения от допустимого дальнейший поиск неисправностей осуществляется в соответствии с плакатом - рисунок 1 – приложения;

9) оценить с помощью графиков на рисунках 1.3; 1.4; 1.5 эффективную мощность двигателя;

10) при диагностировании двигателей с газотурбинным наддувом приводят корректировку измеренных значений ускорению разгона по давлению наддува. Для этого, перед диагностированием измеряют максимальное давление наддува. Дизель загружается разгоном трактора с минимальной скоростью движения на высшей передаче до максимальной при резком увеличении подачи топлива. Манометр (0-1 кгс/см²) устанавливается в кабине трактора и с помощью резинового шланга присоединяется к штуцеру, установленному в верхней крышке блока дизеля СМД-62 или вместо технологической заглушки в полости левого впускного коллектора дизеля ЯМЗ-238НБ.

N , кВт

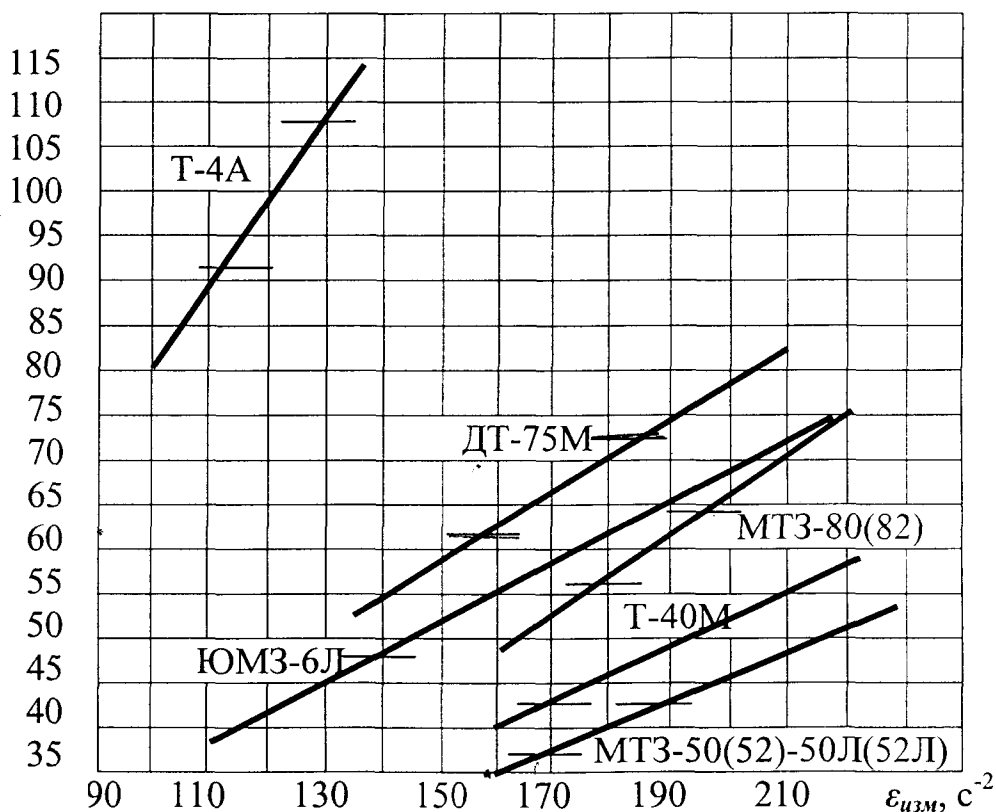



Рисунок 1.3 – Номограмма перевода ускорения в мощность (тракторы ДТ-75М, МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л, МТЗ-50/52, Т-40М, Т-4А);
() - область допустимых значений мощности.

Приведенное значение ускорения вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{пр} = \varepsilon_{изм} \cdot K, \quad (1.2)$$

где $\varepsilon_{пр}$ - приведенное угловое ускорение, с⁻²;
 K - коэффициент корректировки.

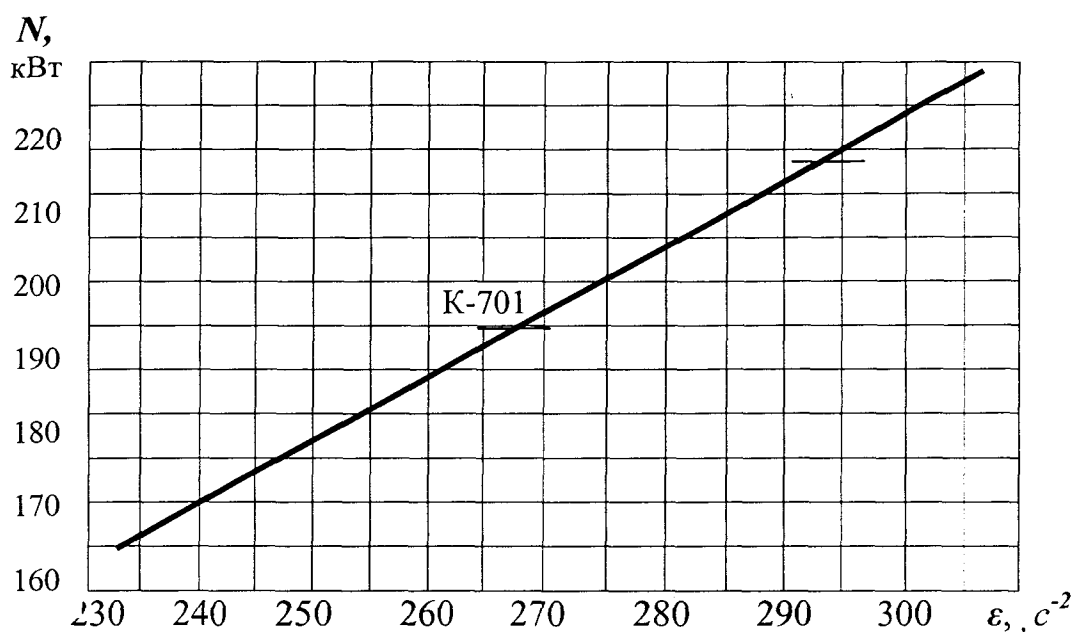


Рисунок 1.4 - Номограмма перевода ускорения в мощность (трактор К-701).

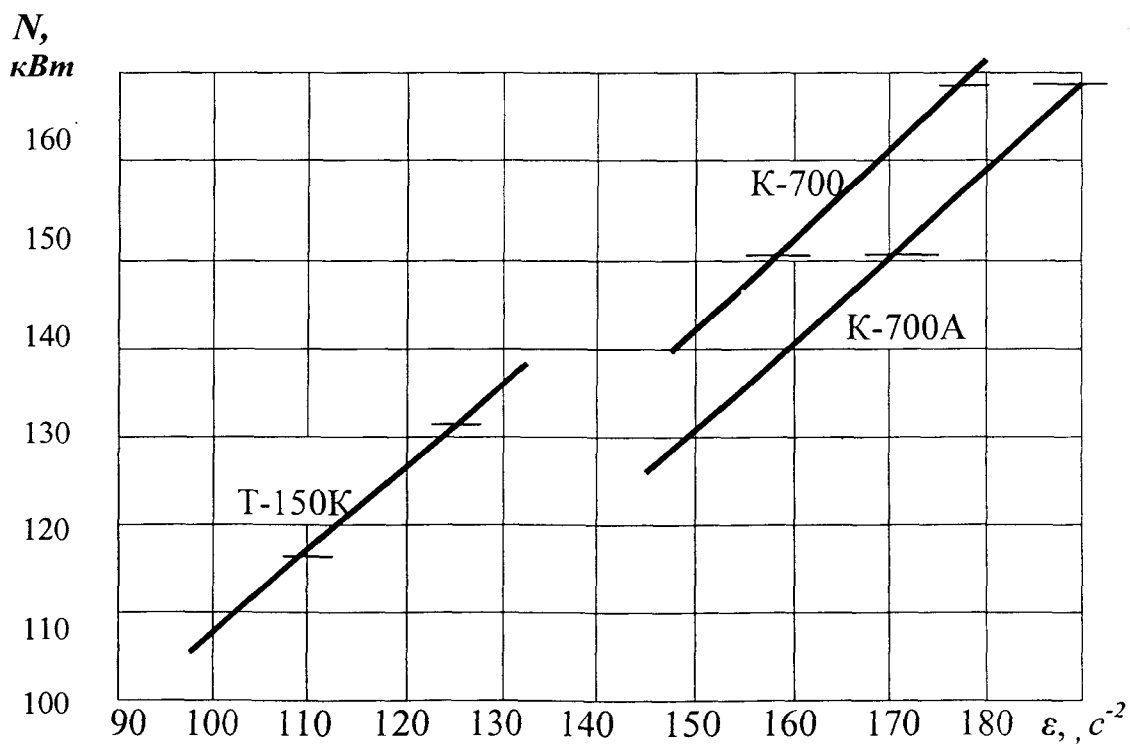


Рисунок 1.5 - Номограмма перевода ускорения в мощность (трактор Т-150К, К-700, К-700А).

Коэффициент корректировки «К» определяют по графику, приведенному на рисунке 1.6.

На графике по горизонтальной оси отложены отношения измеренных значений давлений наддува к номинальной, по вертикальной — значение корректировочного коэффициента K .

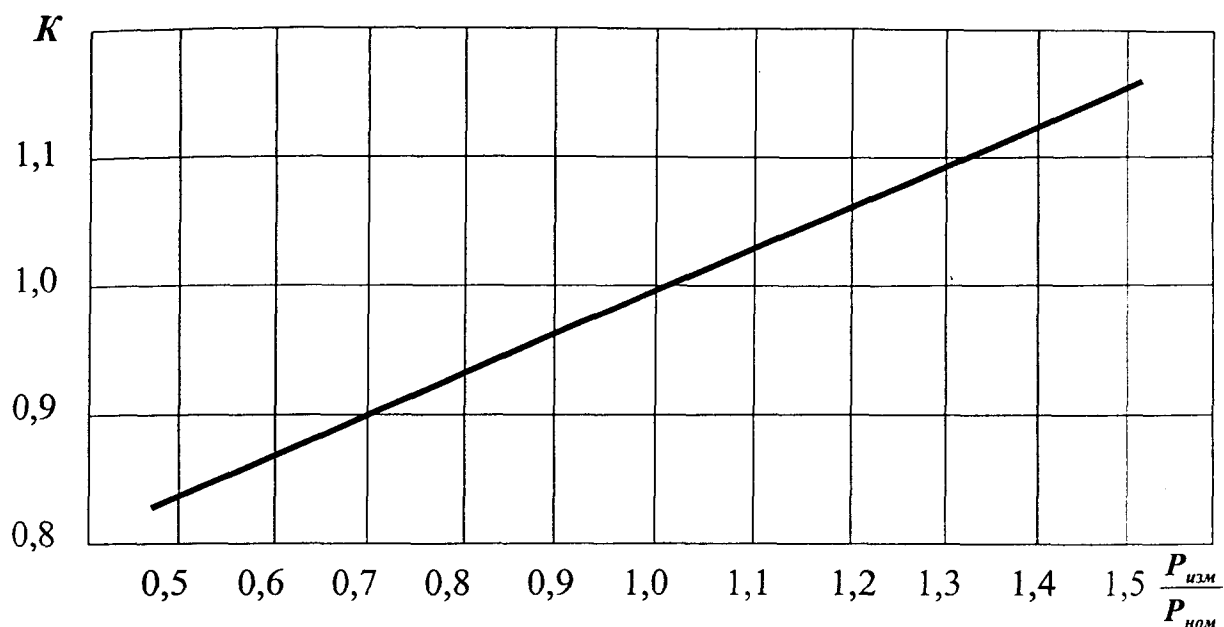


Рисунок 1.6 – График коррективы по давлению наддува.

4.3.3 измерение ускорения разгона при частоте вращения, соответствующей максимальному крутящему моменту двигателя.

Для измерения ускорений разгона при частоте максимального крутящего момента необходимо:

- 1) подготовить устройство к работе (пункт 4.2.3; подпункт 3);
- 2) выполнить пункты 2-7 пункта 4.3.2);
- 3) сравнить полученное значение с табличным (графа 7, таблица 1.2)

При отклонении полученного значения от допустимого дальнейший поиск неисправностей осуществляется в соответствии с таблицей 1 приложения.

4.3.4 Измерение ускорений выбега в области номинальной частоты вращения

Для измерения ускорений выбега в области номинальной частоты вращения необходимо:

- 1) подготовить устройство к работе (пункт 4.2.3., подпункт 3);
- 2) нажать клавиши « $\left(\frac{n}{\varepsilon}\right)$ » и «-ε»;
- 3) установить двигателю максимальную частоту вращения коленчатого вала;
- 4) резко выключить подачу топлива. В момент появления показаний на цифровом табло устройства перевести рычаг топливоподачи в положение, соответствующее минимальным оборотам холостого хода. Записать показания на цифровом табло;

Таблица 1.2 – Справочные данные по дизелям и эталонные значения ускорений

Марка трактора	Марка дизеля	Номинальная		Максимальная частота вращения холостого хода, об/мин	Частота вращения при максимальном крутящем моменте, об/мин	Эталонные значения угловых ускорений, с ⁻²		
		мощность двигателя, кВт	частота вращения, об/мин			в области номинальной частоты вращения об/мин	в области максимального о крутящего момента	полного выбега в области номинальной частоты вращения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
К-701	ЯМЗ-24 ОБ	196 +13,9 - 10,2	1900 + - 40	2050 + - 50	1300	273 +19 - 14	326 +22 - 16	96 + - 24
К-700	ЯМЗ-238НБ	158 +11 - 8	1700 +50 - 20	1900 +50 - 20	1300	168 +12 - 8	178 +12 - 9,0	71 + - 19
К-700А	ЯМЗ-238МБ	158 +11 - 8	1700 +50 - 20	1900 +50 - 20	1300	181 +14 - 9	190 +15 - 9,0	74 + - 20
Т-150К	СМД-62	121,4 +8,5 - 6,0	2100 + - 40	2260 +65 - 70	1650	116 +8 - 6	130 +9,0 - 6,5	42 + - 11
ДТ-75М	А-41	66,2 +4,6 - 3,6	1750 + - 35	1865 +75 - 40	1200	167 +12 - 8	177 +12 - 9	55 + - 14
ДТ-75	СМД-14	55,2 +4 - 3	1700 +30 -	1810 +70 - 30	1200	125 +9 - 6	140 +10 - 7	41 ±10
МТЗ-80(82)	Д-240	58,8, +4,1 - 2,9	2200 + - 45	2320 +80 - 75	1560	180 +12 - 6	200 +14 - 9	75 ±19
МТЗ-50(52)	Д-50	40,5 +2,7 - 2,1	1750 + - 35	1810 +70 - 30	1200	172 +12 - 9	185 +13 - 8	75 ±19
ЮМЗ-6Л	Д-65М	44,1 +2,9 - 2,1	1750 + - 35	1865 +75 - 35	1200	132 +9 - 6	142 +10 - 7	48 ±12
Т-40А	Д-144	46,5 +2 - 3	2000 + - 40	2140 +65 - 30	1400	182 +12 - 9	213 +14 - 10	56 ±14
Т-74	СМД-14А	55,2 +4 - 3	1700 ±30	1810 +70 - 30	1200	160 +11 - 8	179 +12 - 9	53 ±13

5) повторить операции «3-4» не менее 3-х раз и найти среднее значение.

Если при измерениях тепловой режим дизеля отличается от паспортных значений (70-90⁰), то произвести корректировку полученного значения по графику рисунок 1.7. Пунктирной линией показан пример определения приведенного значения ускорения выбега ε_{np} при температуре воды 40⁰С; приведенное значение в этом случае $\varepsilon = 77 \text{ с}^{-2}$;

6) сравните полученное значение с допустимым (графа 9 таблицы 1.2).

4.3.5 Оценка равномерности работы цилиндров

Для оценки равномерности работы цилиндров необходимо:

- 1) подготовить трактор к измерениям (пункт 4.2.1);
- 2) запустить и прогреть двигатель по температуры воды и масла 70-90⁰С;
- 3) подготовить устройство к измерениям и откалибровать (пункты 4.2.2 и 4.2.3);

4) измерить ускорение разгона при работе всех цилиндров двигателя (пункт 4.3.2; подпункты 3-7;

5) определить ускорение, характеризующее угловую индикаторную мощность каждого цилиндра. Для этого измерить ускорение разгона двигателя при поочередном отключении цилиндров. Подсчитать разность между ускорением разгона двигателя на всех цилиндрах и ускорением, полученным при работе с отключенным цилиндром.

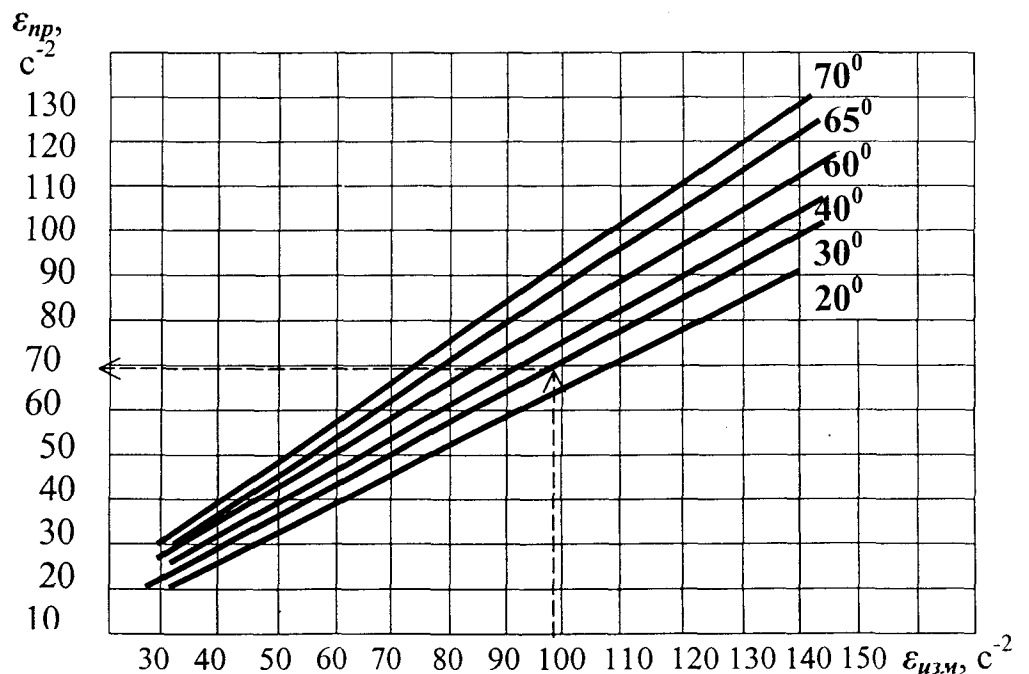


Рисунок 1 7 – График корректировки ускорений выбега по температуре двигателя

Подсчитанная разность характеризует условную индикаторную мощность отключенного цилиндра;

6) выбрать из подсчитанных значений максимальное и минимальное значение ускорений;

7) оценить по графику на рисунке 1.8 равномерность работы цилиндров, используя для этого значения максимума и минимума.

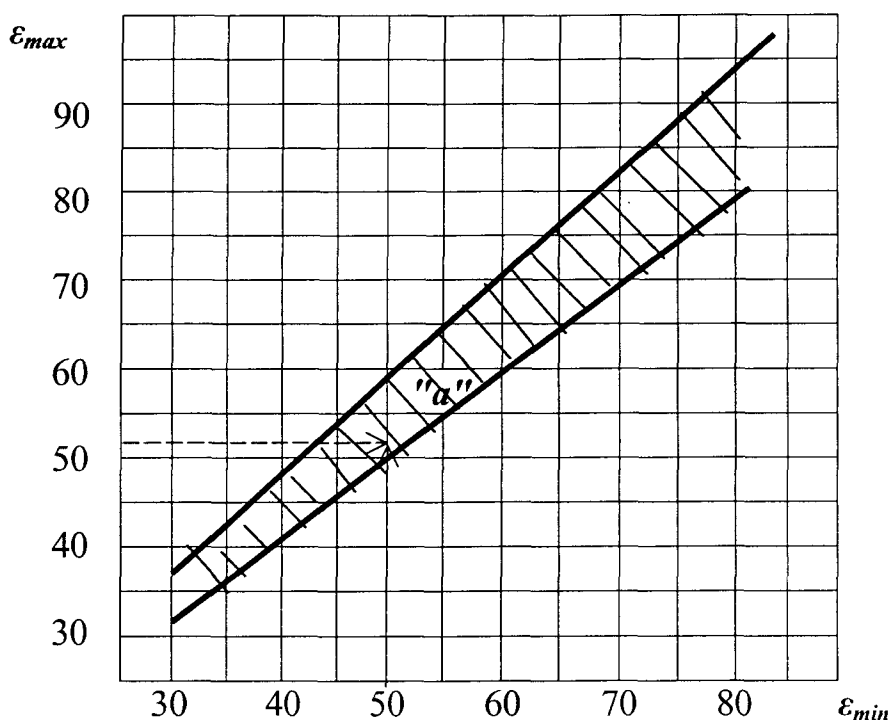


Рисунок 1.8 – График оценки равномерности работы цилиндров

Если точка «а» с координатами ϵ_{max} и ϵ_{min} располагается в заштрихованной зоне, то это указывает на чрезмерную неравномерность распределения работы по цилиндрам, на необходимость выявить и устранить неисправности. Дальнейший поиск неисправностей осуществляется в соответствии с Приложением.

4.3.6 Измерение постоянного напряжения

Для измерения постоянного напряжения необходимо:

- 1) подключить шнур питания к розетке трактора;
- 2) поворотом ручки «ВКЛ» по часовой стрелке включить питание;
- 3) нажать клавишу «измерение напряжения U »;
- 4) соединить шнуром «ВХОД» устройства с измеряемым источником постоянного напряжения электрооборудования трактора (с соблюдением полярности).

Штекер «-» (минус) должен быть подключен к массе трактора;

- 5) прочитать показания цифрового табло.

5 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Для облегчения анализа результатов измерений их необходимо занести в таблицу 1, форма которой приведена в приложении.

Все параметры, полученные в результате диагностирования двигателя трактора, следует проанализировать как порознь, так и в их совокупности, используя логическую структурную диагностическую схему, выполненную в виде алгоритма и представленную на рисунке 1 приложения.

Используя результаты анализа и диагностическую схему, составьте подобную схему для конкретного дизельного двигателя, на котором проведены испытания и сделайте заключение о его техническом состоянии с рекомендациями по устранению выявленных недостатков и отклонений параметров от номинальных величин.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите устройство и расскажите принцип работы ИМД-ЦМ.
2. Какой порядок включения и калибровки устройства?
3. Как готовится трактор к измерению?
4. Как готовится устройство к измерению?
5. Как определить частоту вращения коленчатого вала двигателя?
6. Порядок измерения ускорения разгона в области номинальной частоты вращения.
7. Порядок измерения ускорения при частоте максимального крутящего момента.
8. Расскажите о порядке измерения ускорений выбега в области номинальной частоты вращения.
9. Порядок измерений ускорения выбега в области номинальной частоты вращения.
10. Как оценить равномерность работы цилиндров?
11. Как измерить напряжение постоянного тока?

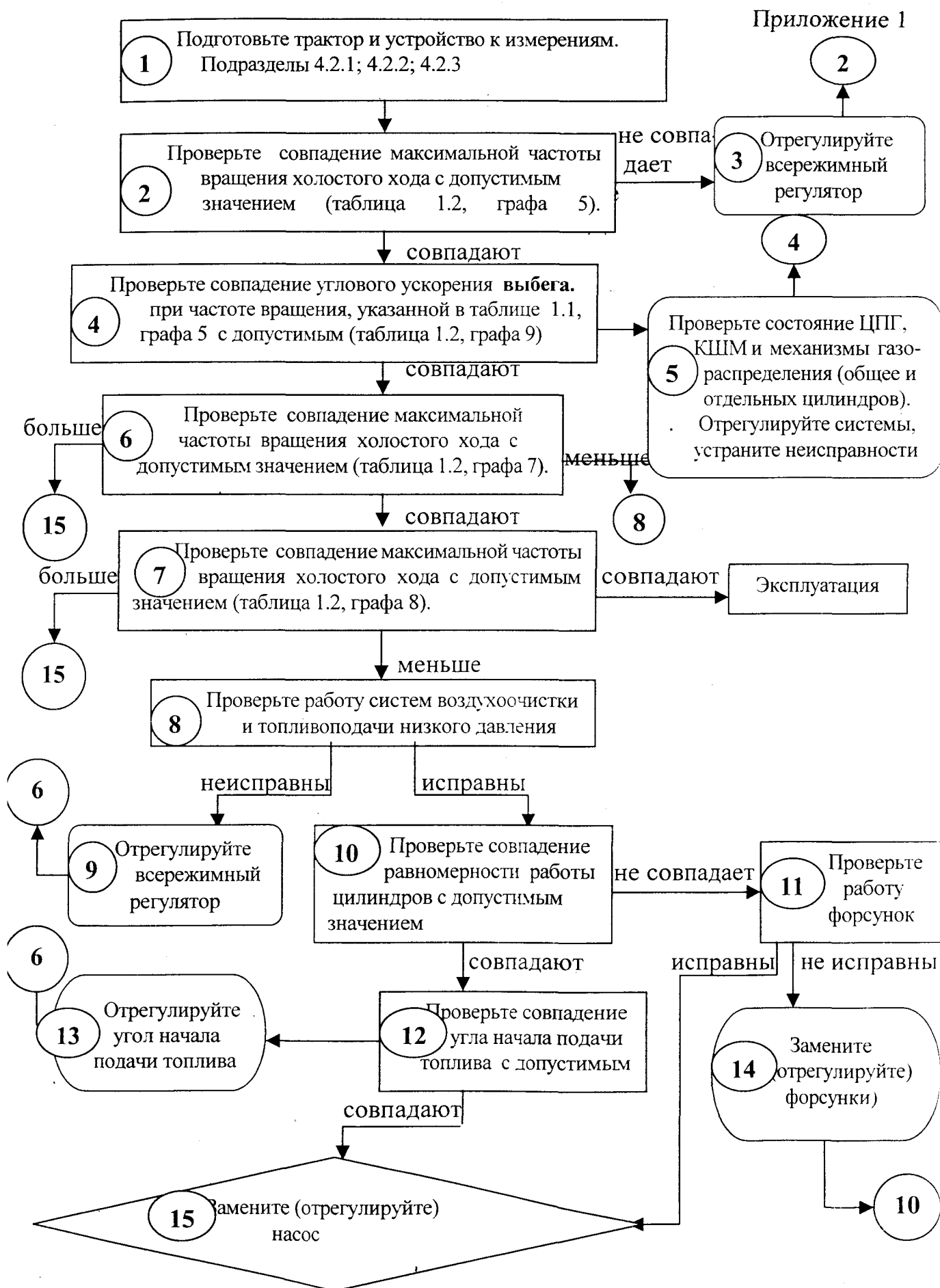


Рисунок 1 – Структурная диагностическая схема

Таблица 1 - КОНТРОЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА ТРАКТОРА

Дата _____ Трактор _____
(марка, гос. номер)

Справка _____

(вид и дата последнего ремонта, послеремонтная наработка в мото-ч.)

Сведения о неисправностях _____

2.1 РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Диагностируемый параметр	Значение параметра			Заключение (Р, О, З, И)*)
	номинальное 2	допустимое 3	при контроле 4	
1. Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин				5
2. Ускорение разгона в области номинальной частоты				
3. Эффективная мощность, кВт				
4. Ускорение выбега в области номинальной частоты вращения, с ⁻²				
5. Ускорение разгона при частоте максимального крутящего момента, с ⁻²				
6. Равномерность работы цилиндра				
7. Напряжение сети электрооборудования трактора, В				

*) Примечание. **Р** – регулировка; **О** – очистка; **З** – заменить на исправное; **И** – исправно.
Исполнители _____ Принял _____