

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 35.03.06 – Агроинженерия

Магистерская программа - Технический сервис в сельском хозяйстве

Кафедра: “ Эксплуатация и ремонт машин ”

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**(Магистерская диссертация)**

**ТЕМА: Исследование влияния неустановившейся нагрузки на эффективные показатели двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива.**

Студент магистратуры \_\_\_\_\_ Баязитов Ф.А.

Научный руководитель,  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Медведев В.М.

Рецензент  
к.т.н. доцент \_\_\_\_\_ Халиуллин Д. Т.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2020 г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Адигамов Н. Р.

Казань – 2020 г

## АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Баязитова Фаиля Альбертовича, выполнившего магистерскую диссертацию на тему: “ Исследование влияния неустановившейся нагрузки на эффективные показатели двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива ”.

Выпускная квалификационная работа содержит: текстовые документы 105 страниц, в т.ч. пояснительная записка 79 страниц, включающая 7 таблиц, 40 рисунок, 6 приложений. Библиографический список содержит 62 наименования.

В первой части рассматривается анализ состояния вопроса, постановка цели и задач исследования.

Во второй части приведены теоретические исследования.

В третьей части приведена программа и методика экспериментальных исследований.

В четвертой части приведены результаты экспериментальных исследований и их анализ.

В пятой части дана оценка эффективности работы двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

## **ABSTRACT**

On the final qualifying work of Bayazitov fail Albertovich, who completed a master's thesis on the topic: "Study of the influence of an unsteady load on the effective performance of the engine of a machine-tractor unit when working with a gas-diesel fuel supply system".

The final qualifying work contains: text documents of 105 pages, including an explanatory note of 79 pages, including 7 tables, 40 figures, 6 appendices. The bibliography contains 62 titles.

The first part deals with the analysis of the state of the issue, setting the goals and objectives of the study.

The second part contains theoretical research.

The third part shows the program and methods of experimental research.

The fourth part presents the results of experimental studies and their analysis.

In the fifth part, an assessment of the efficiency of the engine of a machine-tractor unit when working with a gas-diesel fuel supply system is given.

The explanatory note concludes with conclusions and a list of references..

## ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....                                                                                                                                             | 7  |
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                                         | 8  |
| 1.АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....                                                                                                                                       | 12 |
| 1.1. Обзор работ, посвященных исследованию работы двигателей<br>МТА при работе с неустановившейся нагрузкой. ....                                                     | 12 |
| 1.2 Перевод двигателя машинно-тракторного агрегата на<br>газодизельную систему подачи топлива.....                                                                    | 15 |
| 1.2.1 Применяемые виды альтернативного топлива .....                                                                                                                  | 15 |
| 1.2.2 Способы перевода системы питания двигателей машинно-<br>тракторных агрегатов на газовое топливо .....                                                           | 16 |
| 1.2.3 Анализ конструкций и патентов по переводу системы питания<br>двигателей на газовое и газодизельное топливо.....                                                 | 18 |
| 1.3 Применение динамических характеристик для рабочих процессов<br>двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной<br>системой подачи топлива ..... | 24 |
| Выводы по 1 глпве. ....                                                                                                                                               | 25 |
| 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....                                                                                                                                   | 26 |
| 2.1. Методика получения теоретических зависимостей показателей<br>двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной<br>системой подачи топлива .....  | 26 |
| 2.2 Определение коэффициентов дифференциальных уравнений .....                                                                                                        | 32 |
| 3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ<br>ИССЛЕДОВАНИЙ.....                                                                                                         | 36 |
| 3.1 Перевод двигателя МТА на газодизельную систему питания .....                                                                                                      | 36 |

|                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2. Методика экспериментальных исследований.....                                                                                                                                    | 37 |
| двигателя МТА с газодизельной системой питания.....                                                                                                                                  | 37 |
| 3.2.1 Исследование топливной аппаратуры двигателя МТА на<br>стационарных режимах.....                                                                                                | 38 |
| 3.2.2. Исследование двигателя МТА на установившихся режимах.....                                                                                                                     | 38 |
| 3.2.3. Исследование двигателя МТА при работе с газодизельной<br>системой подачи топлива при неуставившейся нагрузке .....                                                            | 39 |
| 3.3. Экспериментальная установка для динамических исследований<br>двигателя МТА .....                                                                                                | 39 |
| 3.3.1. Автоматизированный комплекс сбора и обработки данных .....                                                                                                                    | 40 |
| 3.4. Точность измерений и подбор датчиков.....                                                                                                                                       | 41 |
| 3.5. Планирование опытов, их проведение и контроль.....                                                                                                                              | 49 |
| 3.6. Методика обработки экспериментальных данных. ....                                                                                                                               | 50 |
| Выводы: .....                                                                                                                                                                        | 50 |
| 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ<br>АНАЛИЗ.....                                                                                                                      | 51 |
| 4.1. Исследование топливоподающей аппаратуры дизеля Д-243 .....                                                                                                                      | 51 |
| на стационарных режимах.....                                                                                                                                                         | 51 |
| Результаты стендовых испытаний топливного насоса НД-21/4<br>показали, что его регуляторная характеристика соответствует<br>техническим условиям для установки его на двигатель. .... | 51 |
| 4.2. Исследование дизельного двигателя Д-243 и Д-243Г при<br>установившейся нагрузке. ....                                                                                           | 54 |
| 4.3. Исследование дизельного двигателя Д-243 и Д-243Г .....                                                                                                                          | 57 |
| при неуставившейся нагрузке.....                                                                                                                                                     | 57 |
| Выводы: .....                                                                                                                                                                        | 67 |
| 5 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ МТА ПРИ<br>НЕУСТАВЛИВШЕЙСЯ НАГРУЗКЕ.....                                                                                                     | 68 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ .....   | 72 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ..... | 73 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ.....                | 81 |

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

| Параметры                                  | Условное обозначение | Единицы измерения   |
|--------------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Мощность двигателя МТА                     | $N_e$                | кВт                 |
| Крутящий момент коленчатого вала двигателя | $M_e$                | Н*м                 |
| Часовой расход топлива                     | $G_T$                | кг/час              |
| Удельный расход топлива                    | $g_e$                | г/(кВт*ч)           |
| Цикловая подача топлива                    | $g_{ц}$              | г/цикл              |
| Часовой расход воздуха                     | $G_B$                | кг/час              |
| Часовой расход газа                        | $G_{Г}$              | м <sup>3</sup> /час |
| Момент сопротивления                       | $M_C$                | Н*м                 |
| Коэффициент избытка воздуха                | $\alpha$             |                     |
| Плотность окружающего воздуха              | $\rho_0$             | кг/м <sup>3</sup>   |
| Момент инерции                             | $J$                  | кг*м <sup>2</sup>   |
| Коэффициент дифференциального уравнения    | $T_{ij}$             |                     |
| Давление окружающей среды                  | $P_0$                | Па                  |
| Температура окружающей среды               | $T_0$                | <sup>0</sup> К      |
| Время переходного процесса                 | $t$                  | с                   |

## ВВЕДЕНИЕ

Перевод сельскохозяйственного производства на новый технологический уровень с применением современной техники влечет за собой резкий рост энерговооруженности. В первую очередь это происходит за счет увеличения количества техники (тракторы и автомобили), а также роста мощности их двигателей внутреннего сгорания.

Данный вид техники является главным потребителем топливомазочных материалов, что в свою очередь влечет за собой решения вопроса по повышению технико-экономических показателей при ее эксплуатации.

Повышение технико-экономических показателей при эксплуатации машинно-тракторного агрегата (МТА) можно достичь несколькими способами.

Одним из способов решения данной проблемы может быть перевод системы питания двигателей МТА на более дешевое альтернативное топливо.

В качестве альтернативного топлива для двигателей МТА, которое в последнее время получил широкое распространения является природный газ – метан. Данное газовое топливо может использоваться на технике как в газообразном (сжатый природный газ –КПГ) так и в жидком (сжиженный природный газ –СПГ) состоянии.

Другим способом решения данной проблемы может быть улучшение эффективных показателей двигателя МТА при работе на неуставившейся нагрузке.

Комплексное применение обоих способов позволит максимально повысить технико-экономические показатели МТА в условиях эксплуатации.

В связи с этим возникает необходимость проведения всесторонних исследований в области применения газового топлива в двигателе МТА при неустановившейся нагрузке в условиях эксплуатации.

**Актуальность работы.** Показатели двигателя МТА в первую очередь зависят от характера нагрузки с учетом условий эксплуатации. Также на показатели двигателя МТА влияет применение альтернативного (газового топлива).

Поэтому исследования направленные на повышение технико-экономических показателей двигателя МТА при работе с неустановившейся нагрузкой с применением газодизельной системы подачи топлива является актуальной задачей.

**Целью работы** является исследование влияние неустановившейся нагрузкой с применением газодизельной системы подачи топлива на технико-экономические показатели двигателя (Д – 243) МТА в условиях эксплуатации, которые позволяют дать рекомендации в данном направлении.

**Задачи исследования.** В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие задачи исследований:

1. Исследование влияние неустановившейся нагрузке на показатели двигателя МТА при работе на газодизельном топливе.
2. Уточнение теоретических зависимостей изменения эффективных показателей двигателя МТА при неустановившейся нагрузке с учетом влияния газодизельной системы подачи топлива.
3. Создание экспериментальной установки на базе МТА (трактор МТЗ-82 и культиватор КПС-4) с газодизельной системой подачи топлива

для определения эффективных показателей двигателя в условиях эксплуатации.

4. Исследовать влияние неустановившейся нагрузки и газодизельной системой подачи топлива на эффективные показатели двигателя МТА.

5. Провести сравнительную технико-экономическую оценку эффективных показателей двигателя МТА с газодизельной системой подачи топлива при работе с неустановившейся нагрузкой.

**Объект исследования.** Машинно-тракторный агрегат в составе трактора МТЗ-82 оборудованного газодизельной системой подачи и культиватора КПС-4.

**Методы и методика исследования.**

При исследовании условий работы двигателя МТА оборудованного газодизельной системой подачи топлива при неустановившейся нагрузке были применены теоретические зависимости для расчета динамических систем МТА и методы математического анализа полученных данных, которые позволяют сделать аналитическое описание эффективных показателей двигателя МТА с газодизельной системой подачи при неустановившейся нагрузке. Методики проведения полевых испытаний МТА, методы сбора и обработки полученных данных при проведении экспериментов.

**На защиту выносятся:**

Теоретические зависимости, используемые для установления связи показателей дизельного двигателя МТА при работе на регуляторной ветви с неустановившейся нагрузкой;

Результаты полевых экспериментов МТА оборудованного газодизельной системой подачи топлива в условиях эксплуатации;

Результаты экспериментальных (полевых) исследований двигателя МТА оборудованного газодизельной системой подачи топлива и математических расчетов.

**Публикации.**

По результатам исследований опубликованы 2 статьи.

**Апробация работы.**

Основные положения проведенных исследований доложены и одобрены: на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Казанского ГАУ — в 2019 - 2020 гг.;

## 1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

### 1.1. Обзор работ, посвященных исследованию работы двигателей МТА при работе с неустановившейся нагрузкой.

Одним из первых ученых, который занимался исследованиями влияния неустановившейся нагрузки на показатели двигателя является академик В. Н. Болтинский.

Также большой вклад в изучение данной проблемы внесли следующие ученые: А. К. Юлдашев, В. И. Крутов, Г. И. Останенко, С. А. Иофинов, Н. Н. Патрахальцев, Л. Е. Агеев, Г. Д. Гришин, Д. Д. Багиров, Б. И. Морозов, Б. А. Иткин, Н. С. Ждановский, Леонов И. В., Галеев Г. Г., Зиматулов А. Х., Шафигуллин Ф. Х., и другие ученые, [2, 11, 20, 21, 23, 48, 52, 53, 60].

Ими было изучено негативное влияние неустановившейся нагрузки на показатели двигателя МТА и определены пути решения данной проблемы.

Одними из таких показателей являются, [61]:

1. Момент сопротивления на валу тракторного двигателя описывается формулой:

$$M_c = M_f + M_{кр} \pm M_\alpha \mp M_J + M_{тр}, \quad (1.1)$$

где  $M_c$  - момент сопротивления, приведенный к коленчатому валу тракторного двигателя, Нм;

$M_f$  - момент сопротивления от перекачивания трактора, Нм;

$M_{кр}$  - момент сопротивления на крюке трактора, Нм;

$M_\alpha$  - момент сопротивления при подъеме (спуске) трактора, Нм;

$M_J$  - момент сопротивления от сил инерции при разгоне (торможении) трактора, Нм;

$M_{тр}$  - момент сопротивления от сил трения в трансмиссии трактора,

2. Степень неравномерности момента сопротивления приведенного к коленчатому валу двигателя определяется по формуле, [61].

$$\delta = \frac{M_{c \max} - M_{c \min}}{M_{cp}}, \quad (1.2)$$

где  $\delta$  - степень неравномерности момента сопротивления на коленчатом валу двигателя;

$M_{c \max}$  - наибольшее значение момента сопротивления на коленчатом валу двигателя, Нм;

$M_{c \min}$  - наименьшее значение момента сопротивления на коленчатом валу двигателя, Нм;

$M_{cp}$  - среднее значение момента сопротивления на коленчатом валу двигателя, Нм

3. Период изменения момента сопротивления (переходный период) –  $T$ , в секундах.

4. Коэффициент перегрузки двигателя МТА.

$$K_{пер} = \frac{M_{c \max}}{M_{e \max}}, \quad (1.3)$$

где  $K_{пер}$  - коэффициент перегрузки;

$M_{e \max}$  - максимальный крутящий момент на коленчатом валу двигателя, Нм.

где  $K_{пер}$  – коэффициент перегрузки;

$M_{e \max}$  – максимальный крутящий момент на коленчатом валу двигателя, Нм.

Изменение крутящего момента двигателя описывается формулой, [61]:

$$M_e = f\left(\eta_v \frac{\eta_i}{\alpha} \eta_m\right), \quad (1.4)$$

В ходе проведенных исследований учеными было предложено недозагружать двигатели МТА на 15...25% в зависимости от вида выполняемых сельскохозяйственных работ для исключения его работы в режиме перегрузке, что негативно может отразиться на его ресурсе и привести к значительному увеличению расхода топлива, [1, 6, 7, 25, 26, 31].

Учеными было выявлено, что в большинстве случаев при неустановившейся нагрузке (выполнение основных сельскохозяйственных операций) двигатели МТА загружаются на 90..95%, а это негативно сказывается на их работе при таком режиме эксплуатации, [9, 24, 33].

В тоже время в рабе [62] определены значения потерь мощности при выполнении основных сельскохозяйственных операций: при вспашке до 18%; при бороновании до 6 %; при культивации до 12%.

На основании проведенных работ [37, 61] были построены графики исследований распределения моментов сопротивления МТА в зависимости от вида выполняемых работ, которые представлены на рисунке 1.1.

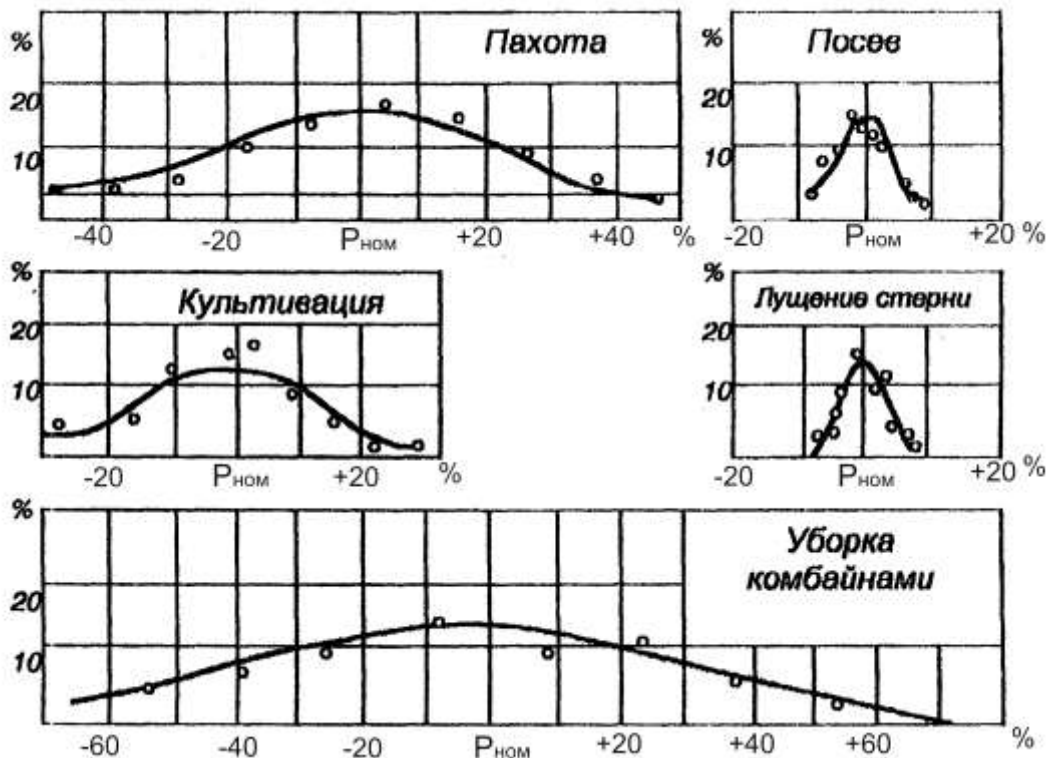


Рисунок 1.1 – Графики распределения моментов сопротивления МТА при выполнении различных сельскохозяйственных операций.

## 1.2 Перевод двигателя машинно-тракторного агрегата на газодизельную систему подачи топлива

### 1.2.1 Применяемые виды альтернативного топлива

В настоящее время существует большое разнообразие альтернативных видов топлив. Их классификация представлена на рисунке 1.7

К альтернативным топливам относят топлива, не являющиеся продуктами переработки нефти и традиционные нефтяные топлива, модифицированные различными добавками (рисунок 1.2).

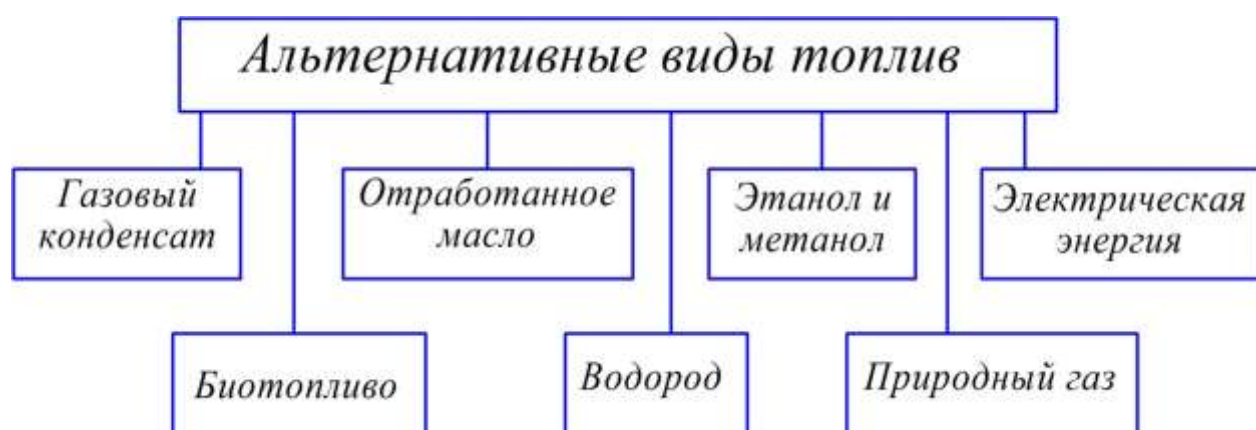


Рисунок 1.2 – Виды альтернативных топлив

К альтернативным видам топлива относятся:

Водород - экологически чистое топливо, так как при его сгорании образуется вода, но в тоже время он очень летуч и взрывоопасен, [32, 42].

Спирты (этиловый и метиловый). Этилового спирта нет больших объемах для применения в качестве топлива для двигателей, а метиловый спирт (метанол) очень ядовит, хотя и имеет высокое октановое число

(108..114). Поэтому в качестве топлива применяется только на спортивных машинах, [8, 59].

Газ - экологически чистое топливо, по сравнению с бензином и дизельным топливом. В качестве моторного топлива применяются следующие виды: Пропан-бутан, это сжиженный нефтяной газ, который нашел широкое распространение в качестве топлива в бензиновых двигателях и может полностью заменять бензин; к тому же пропан-бутан при обычной температуре, но под давлением (1,6 МПа) можно заправлять в баллоны в жидком состоянии.

Метан – природный газ, который в бензиновых двигателях также полностью может заменять бензин, а в дизельных двигателях частично (60...85%). Это объясняется тем, что для поджога газо-воздушной смеси необходима температура более  $700^{\circ}\text{C}$ , поэтому подается запальная доза дизельного топлива для поджога газо-воздушной смеси. Метан при температуре выше  $-83^{\circ}\text{C}$  при любом давлении будет находиться в газообразном состоянии. Заправка в баллоны осуществляется при рабочем давлении 20 МПа в газообразном состоянии.

Также в последнее время стали применяться криогенные баллоны в которых метан при низкой температуре заправляется в жидком состоянии. Но такие полностью заправленные баллоны нельзя хранить более 10...14 дней, [56, 57, 58, 59].

### **1.2.2 Способы перевода системы питания двигателей машинно-тракторных агрегатов на газовое топливо**

В настоящее время промышленность производит большое разнообразие оборудования для перевода системы питания для бензиновых и дизельных двигателей на газовое топливо.

На рисунке 1.3 представлена схема перевода дизельных двигателей мобильных машин на газовое топливо.

Конвертация дизельного двигателя подразумевает его полное переоборудование для работы на газовом топливе. Данный способ не всегда приемлем, особенно для техники которая уже находится в эксплуатации. Это обусловлено кардинальной переделкой двигателя и системы питания.

Второй способ – газодизельный режим более универсальный, так как подходит для большинства машин и к тому же позволяет работать как на дизельном, так и на газодизельном топливах.

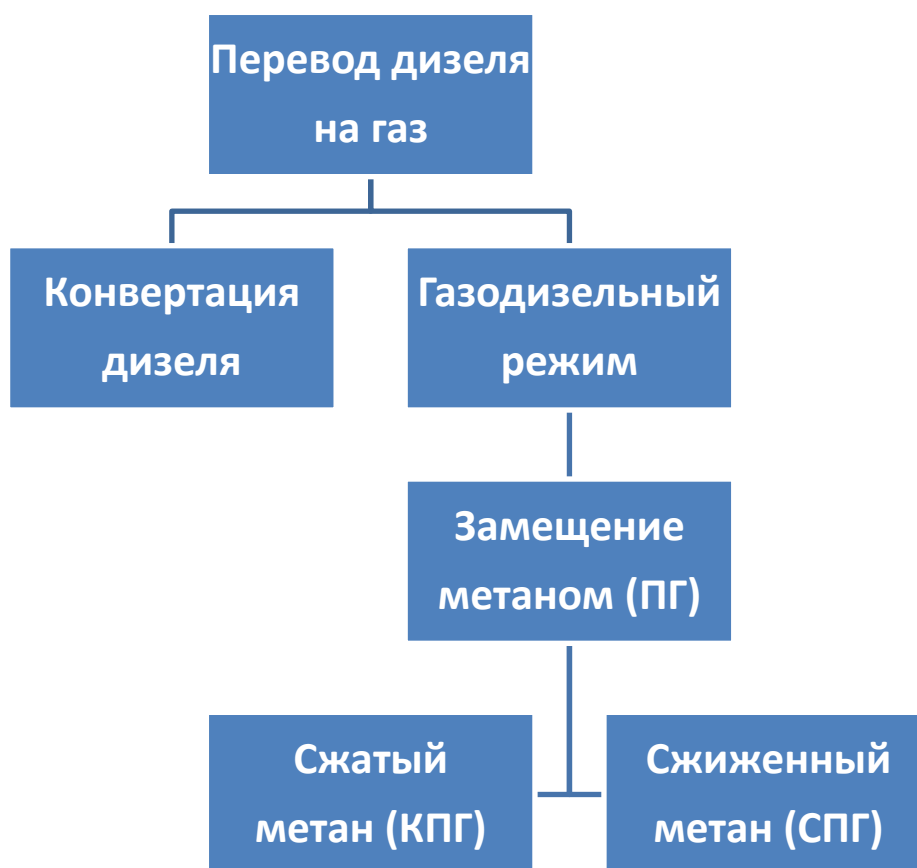
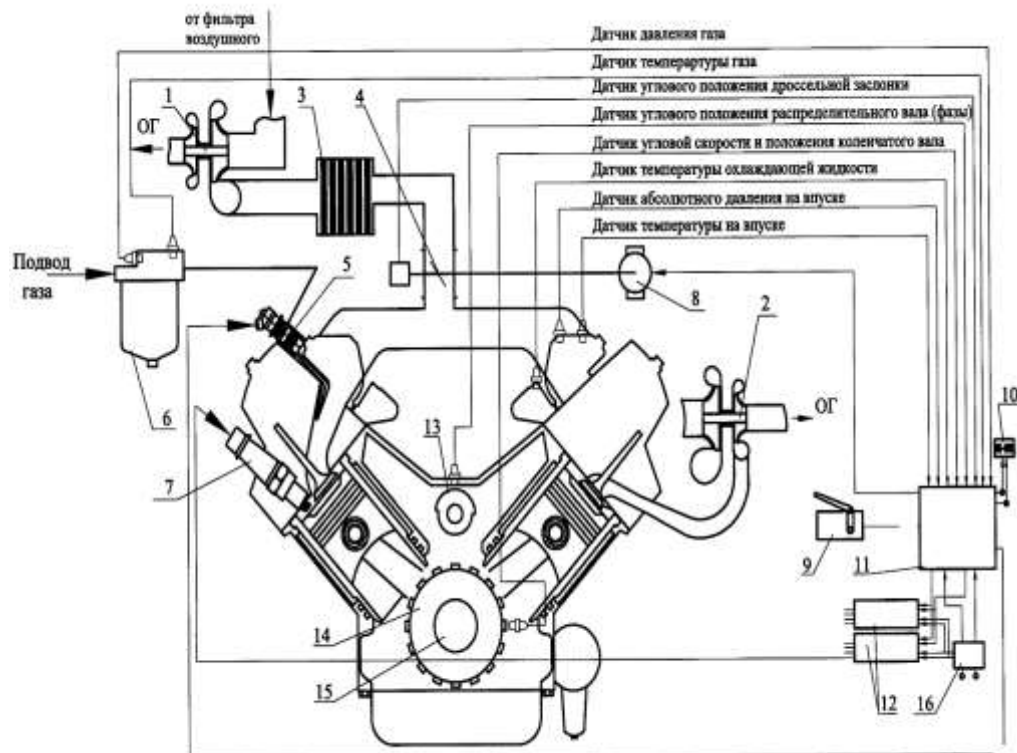


Рисунок 1.3 – схема перевода дизельных двигателей мобильных машин на газовое топливо

### 1.2.3 Анализ конструкций и патентов по переводу системы питания двигателей на газовое и газодизельное топливо

В настоящее время промышленность производит большое разнообразие оборудования для перевода системы питания для бензиновых и дизельных двигателей на газовое топливо.

Ниже приведены некоторые из них, [47].



1,2 – турбокомпрессоры; 3 – интеркуллер; 4 – дроссельная заслонка; 5 – электромагнитный дозатор газа; 6 – газовый фильтр; 7 – свеча зажигания; 8 – электропривод дроссельной заслонки; 9 – модуль педальный; 10 – диагностический разъем; 11 – электронный блок управления газовым двигателем; 12 – катушки зажигания; 13 – колесо датчика фазы; 14 – зубчатый венец; 15 – коленчатый вал; 16 – питание.

Рисунок 1.4- Принципиальная схема управления газового двигателя.

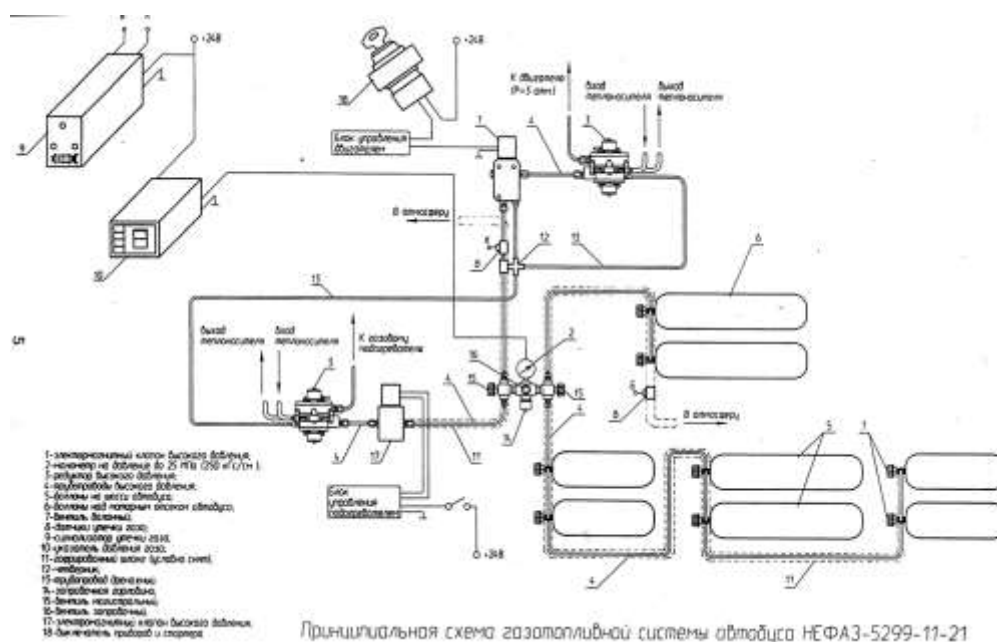


Рисунок 1.5 – Принципиальная схема газовой системы

Помимо конструкций существует еще большое количество патентов по способу перевода двигателей мобильных машин на газодизельное или полностью на газовое топливо.

Ниже представлено краткое описание некоторых из них

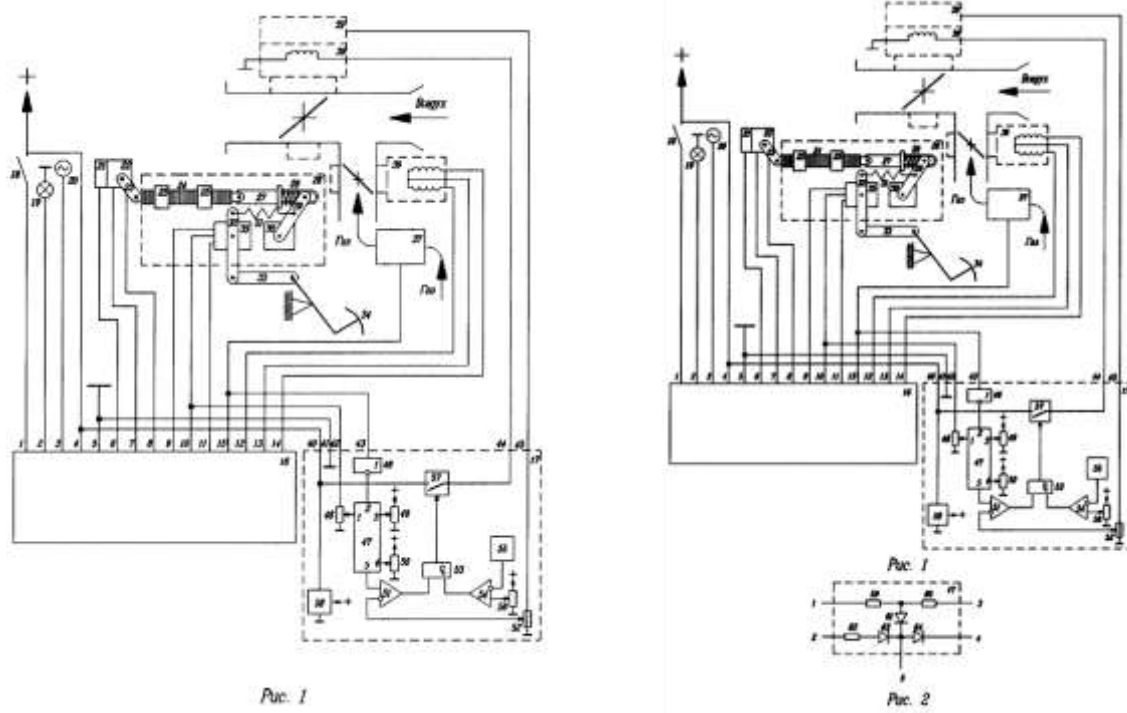


Рисунок 1.6 – схема к патенту №2689658

Изобретение относится к области двигателестроения и, в частности, к системам регулирования топливоподачи газодизелей, а также к областям автомобильной электроники, электропривода и импульсной техники, и может быть использовано в машиностроении, двигателестроении.

Изобретение представляет собой универсальную двухтопливную систему питания с использованием газообразных топлив (к которым относятся, в частности, метан, пропан-бутановая смесь, попутные углеводородные газы, биогаз, водород и др.), как основных, и дизельного топлива, как источника воспламенения газозоудушной смеси, реализуемую с минимальными изменениями в конструкции штатной системы питания дизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) любого типа (с топливными насосами высокого давления (ТНВД), с насос-форсунками или системой Common Rail) и без всякого вмешательства в конструкцию самого дизельного ДВС любого применения (автомобили легковые, грузовые, специального назначения; автобусы, тракторы и комбайны, тепловозы, суда и паромы речные и морские; компрессорные, насосные и бурильные установки; электростанции автономные и мобильные).

Холодный пуск ДВС производят посредством основной (дизельной) системы питания.

В режиме холостого хода и малых нагрузок, из-за переобедненной смеси, величина запальной дозы равна величине расхода ДТ при работе двигателя в штатном дизельном режиме.

При нагрузках ДВС в пределах номинальных, когда топливная смесь уже достаточно обогащена и надежно воспламеняется, величину запальной дозы ДТ дозируют на минимальном допустимом уровне. Известный способ имеет следующие недостатки:

- небольшая интегральная степень замещения ДТ газообразным, что существенно снижает экономическую эффективность от его реализации и

увеличивает срок окупаемости дополнительного оборудования, а также стоимость монтажных работ;

- не эффективное использование автотранспортных средств (АТС) с газодизельными двигателями в условиях городского цикла.

Указанные недостатки способа являются следствием того, что работа по газодизельному циклу, при сохранении свойственного дизельному ДВС принципа качественного регулирования, позволяет, лишь в узком диапазоне нагрузочных характеристик, ближе к номинальным нагрузкам, организовать оптимальное горение газо-воздушной смеси.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования известного способа регулирования системы питания газодизеля за счет обеспечения состава газо-воздушной смеси близкого к оптимальному в широком диапазоне нагрузочных характеристик, что позволяет существенно увеличить замещение ДТ газом, а расход ДТ ограничить запальной дозой минимального уровня.

Поставленная задача решается за счет того, что в известном способе регулирования двухтопливной системы питания газодизеля, конвертированной из штатной системы питания дизеля с минимальным вмешательством в конструкцию дизельного ДВС (и с полным сохранением способности ДТ в качестве основного при работе по классическому циклу Дизеля), во время работы по циклу газодизеля расход ДТ принудительно сокращают до необходимого и достаточного, главным образом - до уровня запальной дозы, причем, посредством управления системой питания газодизеля, обеспечивают адекватную работу двигателя, а именно:

- холодный пуск ДВС производят посредством дизельной системы питания;

- на всех остальных режимах работы двигателя (холостого хода, малых и средних нагрузок, а так же при нагрузках ДВС, близких к номиналь-

ным), величину запальной дозы ДТ дозируют на минимальном допустимом уровне; согласно изобретению, при работе по газодизельному циклу на стадии внешнего смесеобразования для достижения оптимальной по составу газо-воздушной смеси дополнительно регулируют величину расхода всасываемого в воздушный коллектор воздуха на всех режимах работы ДВС, а запальную дозу уменьшают до уровня, обеспечивающего надежное воспламенение газо-воздушной смеси; и при этом:

- в штатном режиме дизеля расход всасываемого воздуха не ограничивают;
- в режиме холостого хода газодизеля объем всасываемого воздуха поддерживают на уровне, обеспечивающем во время такта сжатия необходимую температуру надежного воспламенения запальной дозы ДТ;
- в нагрузочном режиме расходы воздуха и газа, поддерживая их оптимальное соотношение, регулируют прямо пропорционально величине нагрузки на ДВС, и при этом запальную дозу поддерживают на минимальном допустимом уровне.

Ниже приведено описание к патенту № 2645847

Известен способ воспламенения рабочей смеси дизельного двигателя внутреннего сгорания, заключающийся во впрыскивании топлива в нагретый при сжатии воздух в цилиндре. Воспламенение рабочей смеси происходит за счет высокой температуры воздуха в цилиндре (Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2002. - С. 13).

Недостатком описанного способа является невозможность применения его при использовании трудновоспламеняемых топлив, например газа.

Однако введение подачи дополнительной порции жидкого топлива посредством дополнительной к газовой системе подачи рабочей смеси дополнительной системы подачи жидкого топлива и использование при этом двух видов топлива, например газа и дизельного топлива, приводит к таким недостаткам, как пониженный термический коэффициент полезного действия, повышенное содержание вредных примесей в отработавших газах и эксплуатационные расходы на топливо газодизельного двигателя внутреннего сгорания, реализующего вышеописанный способ.

В основу изобретения поставлена задача повышения термического коэффициента полезного действия, снижения содержания вредных примесей в отработавших газах, а также повышение экономичности газодизельного двигателя внутреннего сгорания, реализующего предлагаемый способ.

Для решения поставленной задачи в способе воспламенения рабочей смеси в цилиндрах газодизельного двигателя внутреннего сгорания, включающем подачу в цилиндр с нагретой за счет сжатия основной рабочей смеси воздуха и газа дополнительной порцией жидкого топлива, воспламеняющей основную рабочую смесь, согласно изобретению в качестве дополнительной порции жидкого топлива используют ионизируемую жидкость, например воду, подвергаемую воздействию электрогидравлического разряда.

Повышение термического коэффициента полезного действия, снижение содержания вредных примесей в отработавших газах, а также повышение экономичности газодизельного двигателя внутреннего сгорания, реализующего предлагаемый способ, обусловлены наличием водорода, сгорающего в цилиндре двигателя внутреннего сгорания и улучшающего процесс сгорания, при использовании ионизируемой жидкости, стоимость которой меньше стоимости углеводородного топлива.

Способ воспламенения рабочей смеси в цилиндрах газодизельного двигателя внутреннего сгорания осуществляется следующим образом.

Таким образом, применение предложенного способа воспламенения рабочей смеси в цилиндрах газодизельного двигателя внутреннего сгорания позволяет повысить значение термического коэффициента полезного действия за счет наличия водорода, сгорающего в цилиндре двигателя внутреннего сгорания и улучшающего процесс сгорания, и снижает содержание вредных примесей в отработавших газах. Кроме того, создается экономический эффект вследствие меньшей стоимости воды по сравнению со стоимостью жидкого углеводородного топлива.

### **1.3 Применение динамических характеристик для рабочих процессов двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива**

Низкой конкурентоспособностью двигателей производящихся в нашей стране обусловлено тем, что изначально двигатели для мобильных машин проектируются в соответствии с требованиями ГОСТов, рассчитанных на то, что двигатель будет эксплуатироваться при стационарной нагрузке, а на практике они эксплуатируются при неустановившейся нагрузке, характер которой резко отличается в зависимости от вида работ, которую выполняет мобильная машина.

Это отрицательно сказывается на эффективных показателях двигателей мобильных машин. Часовой расход топлива может увеличиваться до 25%, а использование эффективной мощности снижаться на 15...20% по отношению к стационарной нагрузке, [10, 35, 40, 54, 55].

Данное снижение показателей являются скрытыми, так как их можно определить только при проведении испытаний при неустановившейся

нагрузке и использованием специализированной измерительной аппаратуры.

В связи с этим необходимо всестороннее изучение данной проблемы в области проектирования и эксплуатации мобильных машин оборудованных двигателя внутреннего сгорания.

Также необходимо внести изменения в ГОСТы, [16, 17, 18] по проектированию и испытанию двигателей и машинно-тракторных агрегатов с учетом неустановившейся нагрузке, что позволит улучшить их характеристики.

### **Выводы по 1 главе.**

1. На сегодняшнее время при эксплуатации характер нагрузки двигателей машинно-тракторных агрегатов является неустановившемся, а в соответствии с ГОСТ14846 – 95 [СТ СЭВ 765 – 77 ] и ГОСТ 18509 – 95 [СТ СЭВ 2560 – 95] испытания проводятся при стационарной нагрузке, что не в полной мере отвечает требованиям.
2. При работе машинно-тракторных агрегатов с неустановившейся нагрузкой возникает такое явление, как рассогласованность работ систем двигателя, а это приводит к увеличению расхода топлива (до 25%) снижению использования эффективной мощности (до 20%), а также значительное снижение ресурса двигателя и узлов.
3. Проведя анализ эффективности использования альтернативных видов топлив, можно сделать заключение, что двигателей машинно-тракторных агрегатов при работе с неустановившейся нагрузкой наилучшим образом подходит газовое моторное топливо, для чего необходимо переоборудовать на газодизельную систему подачи топлива.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Методика получения теоретических зависимостей показателей двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива

Динамической характеристикой называется реакция двигателя МТА на внешнее возмущение [29, 30, 39, 53, 55, 60, 61, 62].

При проведении теоретических исследований показателей двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива необходимо ввести ряд допущений:

1. Динамические характеристики двигателя МТА остаются постоянными в течении времени.

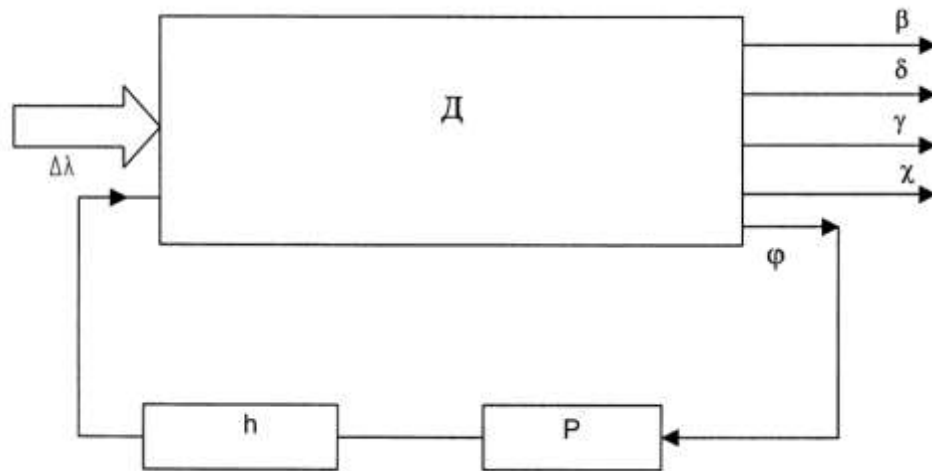
Коэффициенты дифференциальных уравнений, которые описывают динамические характеристики определяются на линейных участках нагрузочных характеристик двигателя МТА.

Эффективные показатели двигателей МТА (ГОСТ 14846-95 “Двигатели автомобильные, методы стендовых испытаний”, ГОСТ 18509-95 “Дизели тракторные и комбайновые, методы стендовых испытаний”, Международному стандарту 1585-82 “Транспорт дорожный, методы испытаний двигателей, мощность нетто”, ГОСТ 23435-79 “Двигатели внутреннего сгорания поршневые, номенклатура диагностических параметров”) определяются по формулам с учетом полученных значений при решении дифференциальных уравнений

Для исследования рабочих процессов двигателя МТА с газодизельной системой подачи топлива была разработана блок-схема, которая представлена на рисунке 2.1.

Из нее следует, что для частоты вращения коленчатого вала двигателя МТА при изменении нагрузки ( $\Delta\lambda$ ) система является замкнутой, а для рабо-

чих процессов двигателя (подача топлива, газа, угол опережения впрыска топлива и др.) разомкнутой



$\Delta\lambda$  - изменения нагрузки; Д – двигатель; Р – регулятор; h – ход дозатора (рейки) ТНВД;  $\phi$  - постоянная настройка регулятора; ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ) - изменение исследуемых показателей.

Рисунок 2.1 - Блок – схема исследования рабочих процессов двигателя МТА.

Важным показателем качества переходного процесса является время переходного процесса  $t_p$  (рисунок 2.2.).

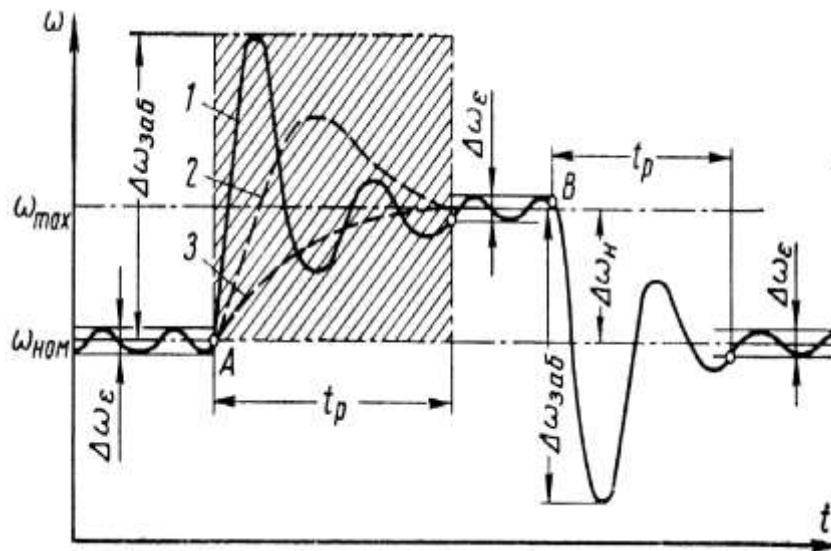


Рисунок 2.2 – Показатели качества переходного процесса.

Для получения и решения дифференциальных уравнений исследования рабочих процессов двигателя МТА с газодизельной системой подачи топлива использовался метод, который был разработан учеными КГСХА.

Проведя анализ данной методике можно сказать, что для нахождения коэффициентов дифференциальных уравнений при набросах и сбросах нагрузки на линейных участках происходило по переходным кривым.

Для корректорной ветви работы двигателя МТА переходные процессы описываются дифференциальными уравнениями первого порядка, [60]:

При исследованиях по корректорной ветви – это линейные дифференциальные уравнения первого порядка, по регуляторной ветви характеристики – линейные дифференциальные уравнения второго порядка:

$$T_{1n} \frac{dn}{dt} + n_0 = K_{n1} \Delta M_c, \quad (2.1)$$

$$T_{1g} \frac{dg_u}{dt} + g_{u0} = K_{g1} \Delta M_c, \quad (2.2)$$

$$T_{1e} \frac{dG_e}{dt} + G_{e0} = K_{e1} \Delta M_c, \quad (2.3)$$

$$T_{1\Gamma} \frac{dG_{\Gamma}}{dt} + G_{\Gamma 0} = K_{\Gamma 1} \Delta M_c, \quad (2.4)$$

где  $T_{ij}$  – коэффициенты дифференциальных уравнений;

$K_i$  – коэффициенты усиления;

$n_0$  – начальное значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup>;

$g_{u0}$  – начальное значение цикловой подачи топлива, г/цикл;

$G_{\Gamma 0}$  – начальное значение часового расхода газа двигателем, м<sup>3</sup>/час;

$\Delta M_c$  – закон изменения момента сопротивления, действующей на коленчатый вал двигателя, Нм.

Для регуляторной ветви работы двигателя МТА переходные процессы описываются дифференциальными уравнениями второго порядка, [37, 60]:

$$T_{2n}^2 \frac{d^2 n}{dt^2} + T_{1n} \frac{dn}{dt} + n_0 = K_{n2} \Delta M_c, \quad (2.5)$$

$$T_{2g}^2 \frac{d^2 g_u}{dt^2} + T_{1g} \frac{dg_u}{dt} + g_{u0} = K_{g2} \Delta M_c, \quad (2.6)$$

$$T_{2\epsilon}^2 \frac{d^2 G_\epsilon}{dt^2} + T_{1\epsilon} \frac{dG_\epsilon}{dt} + G_{\epsilon0} = K_{\epsilon2} \Delta M_c, \quad (2.7)$$

$$T_{2\Gamma}^2 \frac{d^2 G_\Gamma}{dt^2} + T_{1\Gamma} \frac{dG_\Gamma}{dt} + G_{\Gamma0} = K_{\Gamma2} \Delta M_c, \quad (2.8)$$

Проведя преобразования уравнения (2.5-2.8) можно записать в следующем виде:

$$T_n^2 \frac{d^2 n}{dt^2} + T_n \eta_n \frac{dn}{dt} + n_0 = K_{n2} \Delta M_c, \quad (2.9)$$

$$T_g^2 \frac{d^2 g_u}{dt^2} + T_g \eta_g \frac{dg_u}{dt} + g_{u0} = K_{g2} \Delta M_c, \quad (2.10)$$

$$T_\epsilon^2 \frac{d^2 G_\epsilon}{dt^2} + T_\epsilon \eta_\epsilon \frac{dG_\epsilon}{dt} + G_{\epsilon0} = K_{\epsilon2} \Delta M_c, \quad (2.11)$$

$$T_\Gamma^2 \frac{d^2 G_\Gamma}{dt^2} + T_\Gamma \eta_\Gamma \frac{dG_\Gamma}{dt} + G_{\Gamma0} = K_{\Gamma2} \Delta M_c, \quad (2.12)$$

$\eta_i$  – коэффициент демпфирования.

Определение эффективных показателей работы двигателя МТА производится с использованием основного уравнения динамики, [26, 60]:

$$\Delta M_e(t) = \Delta M_c(t) + J_{np} \frac{d\omega}{dt}, \quad (2.13)$$

где  $\Delta M_e$ ,  $\Delta M_c$  – изменение моментов двигателя и сопротивления, Н м;  
 $J_{np}$  – приведенный момент инерции к валу двигателя МТА, кг\*м<sup>2</sup>.

В данном уравнении закон изменения момента сопротивления необходимо брать такой, чтобы он как можно точнее соответствовал моменту сопротивления приведенного к коленчатому валу двигателя МТА в условиях эксплуатации.

Решая дифференциальные уравнения константы находят с учетом ограничений, [27, 29]:

$$t = 0, Q_i = Q_{i0} \text{ или } Q_i = 0.$$

$$t = 0, Q'_i = 0,$$

где  $Q_i$  – исследуемый показатель: ( $n$ ,  $g_{ц}$ ,  $G_b$ ).

Дальнейшие исследования проводились с учетом того, двигатель МТА с газодизельной системой подачи топлива работает на регуляторной ветви с сбросом и набросом нагрузки, [33, 60].

Тогда эффективная мощность двигателя МТА определяется по формуле: кВт:

$$N_e = B_N * \left( M_{e0} \pm \Delta M_c \mp J_{np} \frac{d\omega}{dt} \right) * (n_0 \mp \Delta n), \text{ кВт} \quad (2.14)$$

где  $B_N$  – коэффициент пропорциональности,  $B_N = \frac{\pi}{30000} = 0,000105$  ;

$\Delta n$  – изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя МТА,

$$\Delta n = f(t, \Delta M_c).$$

$$M_{e0} = \frac{r_k}{i_{KIII} * i_0 * i_K * \eta_T} * \left[ G_{mp} (f * \cos \beta + \sin \beta) + K_V * F * V_{mp}^2 + P_{kp0} \right], \quad (2.15)$$

где  $r_k$  – радиус качения ведущего колеса, м;

$i_{KIII}$  – передаточное число коробки переменных передач;

$i_0$  – передаточное число главной передачи;

$i_K$  – передаточное число конечной передачи;

$\eta_T$  – КПД трансмиссии трактора;

$G_{тр}$  – вес трактора, Н;

$f$  – коэффициент сопротивления качению трактора;

$\beta$  – угол наклона поверхности поля, град;

$K_V$  – коэффициент обтекаемости трактора, Н\*с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$F$  – площадь лобовой поверхности трактора, м<sup>2</sup>;

$V_{тр}$  – скорость трактора, м/с;

$P_{kp0}$  – начальное усилие на крюке трактора, Н.

$$\Delta M_C = \frac{r_k}{i_{KIII} * i_0 * i_K * \eta_T} * K_{y0} * A * B_V * t_1, \quad (2.16)$$

где  $K_{уд}$  – удельное сопротивление почвы, Па;

$A$  – ширина захвата сельскохозяйственного орудия, м;

$B_V$  – скорость заглубления сельскохозяйственного орудия, м/с;

$t_1$  – время заглубления сельскохозяйственного орудия, с.

Часовой расход топлива, кг/ч:

$$G_T = B_g (g_{y0} \pm \Delta g_y) * (n_0 \mp \Delta n), \quad (2.17)$$

где  $B_g$  – коэффициент пропорциональности,  $B_g = 0,03$ ;

$\Delta g_{ц}$  – изменение цикловой подачи топлива,  $\Delta g_{ц} = f(t, n, \Delta M_c)$ .

Часовой расход воздуха, кг/час:

$$G_{\epsilon} = G_{\epsilon 0} \mp \Delta G_{\epsilon}, \quad (2.18)$$

где  $\Delta G_{\epsilon}$  – изменение часового расхода воздуха,  $\Delta G_{\epsilon} = f(t, n)$ .

Часовой расход газа, м<sup>3</sup>/ч:

$$G_{\Gamma} = G_{\Gamma 0} \mp \Delta G_{\Gamma}, \quad (2.19)$$

где  $\Delta G_{\Gamma}$  – изменение часового расхода газа,  $\Delta G_{\Gamma} = f(t, n)$ .

Приведенный удельный расход топлива определяется с учетом теплотворной способности дизельного и газового топлив и определяется по формуле:

$$g_{ePP} = 1000 \frac{(G_{\Gamma} + K_{\Pi\Gamma} G_{\Gamma})}{N_e}, \quad \text{г/кВт*ч} \quad (2.20)$$

где  $K_{\Pi\Gamma}$  – коэффициент пропорциональности часового расхода газа.

## 2.2 Определение коэффициентов дифференциальных уравнений

Применяя предложенную методику Юлдашевым А.К., [60, 61] (принцип суперпозиции с помощью уравнений (2.9...2.20) можно теоретически провести расчеты показателей двигателя МТА при разных законах нагружения, с допущением что коэффициенты дифференциальных уравнений остаются постоянными для данного вида нагрузки.

Более точное значение коэффициентов дифференциальных уравнений можно определить по результатам проведенных экспериментов по следующей методике.

Общий вид решения дифференциальных уравнений второго порядка представляет следующее выражение, [27, 49]:

$$y_{o.p.n.y} = y_{o.p.o.y} + y_{ч.p.n.y}, \quad (2.21)$$

где  $y_{o.p.n.y}$  – общее решение неоднородного уравнения;

$y_{o.p.o.y}$  – общее решение однородного уравнения;

$y_{ч.p.n.y}$  – частное решение неоднородного уравнения.

Общие решения однородных уравнений будут иметь вид:

$$\Delta n' = e^{\alpha_n t} (C_{1n} * \cos \beta_n t + C_{2n} * \sin \beta_n t), \quad (2.22)$$

$$\Delta g'_u = e^{\alpha_g (t - \tau_{g2})} (C_{1g} * \cos \beta_g (t - \tau_{g2}) + C_{2g} * \sin \beta_g (t - \tau_{g2})), \quad (2.23)$$

$$\Delta G'_e = e^{\alpha_e (t - \tau_{e2})} (C_{1e} * \cos \beta_e (t - \tau_{e2}) + C_{2e} * \sin \beta_e (t - \tau_{e2})), \quad (2.24)$$

где  $\alpha_i, \beta_i, C_{1i}, C_{2i}$  – коэффициенты дифференциальных уравнений;

$\tau_{i2}$  – время задержки реакции исследуемого показателя на возмущение (изменение нагрузки), по регуляторной ветви, с.

Если время задержки реакции на возмущение больше или равно времени переходного процесса ( $\tau_{i2} \geq t$ ), то изменение исследуемого параметра не происходит.

Частное решение неоднородного уравнения имеет вид:

$$y_{ч.p.n.y} = f(K_{i2} * \Delta M_c), \quad (2.25)$$

где  $\Delta M_c = f(t)$

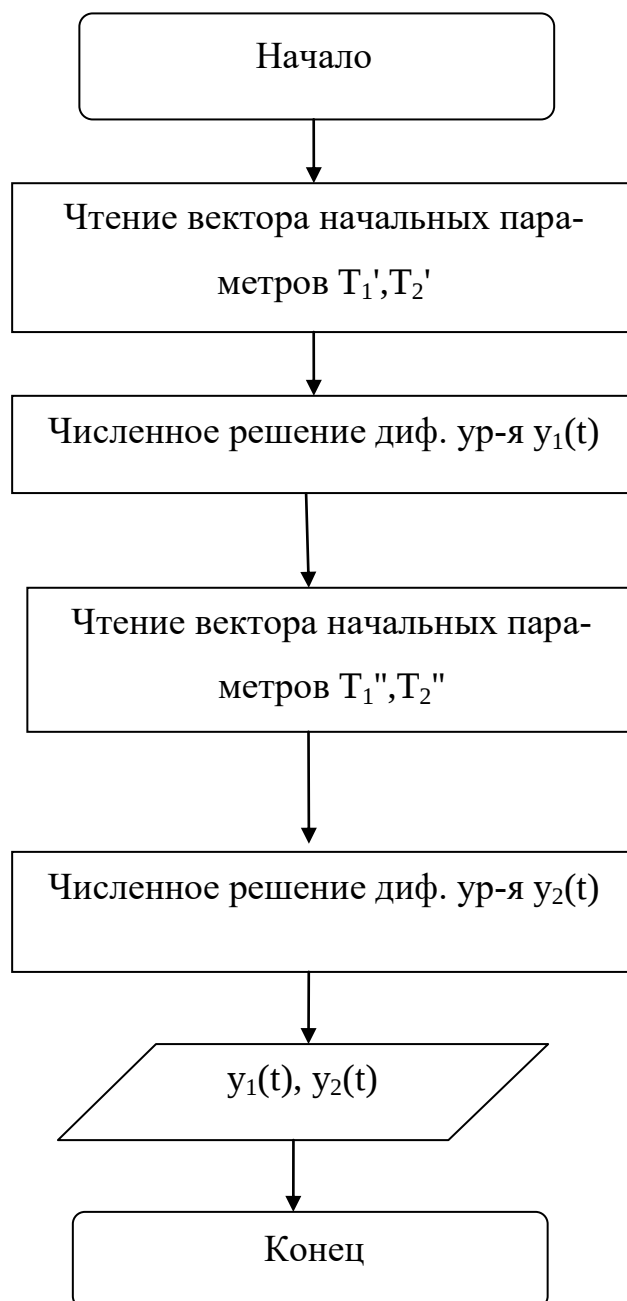


Рисунок 2.3 - Блок схема для определения коэффициентов дифференциального уравнения второго порядка.

## **Выводы по главе 2**

1. Проведен анализ и уточнены теоретические зависимости для проведения исследований влияния неустановившейся нагрузки на эффективные показатели двигателя машинно-тракторного агрегата при работе с газодизельной системой подачи топлива
2. Предложенные теоретические зависимости рабочих процессов двигателя МТА с газодизельной системой подачи топлива позволяют использовать их для исследования и усовершенствования работы его систем
3. Разработан алгоритм и программа для расчета показателей двигателя МТА с газодизельной системой подачи топлива при неустановившейся нагрузке.

### 3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Перевод двигателя МТА на газодизельную систему питания

В качестве экспериментальной установки нами был выбран МТА в составе трактора МТЗ-82 с двигателем Д-243 и культиватор КПС-4.

На данный трактор было установлено газовое оборудование для проведения экспериментов, [43].

Данные объекта исследования приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1

Краткие сведения о двигателях Д-243, Д-243Г

| Модель                                                                                        | Единицы измерения    | Д-243        | Д-243Г       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Эксплуатационная мощность при работе в дизельном режиме                                       | кВт (л.с.)           | 57,4<br>(78) | 57,4<br>(78) |
| Эксплуатационная мощность при работе в газодизельном режиме                                   | кВт (л.с.)           | —            | 57,4<br>(78) |
| Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя                                       | об/мин.              | 2200         | 2200         |
| Расход топлива при эксплуатационной мощности в дизельном режиме                               | кг/час               | 14           | 14           |
| Расход газа при эксплуатационной мощности в газодизельном режиме                              | м <sup>3</sup> /ч    | -            | 13,8         |
| Расход запальной дозы дизельного топлива при эксплуатационной мощности в газодизельном режиме | кг/ч                 | -            | 3,2          |
| Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности в дизельном режиме                      | г/кВт*ч<br>(г//лс*ч) | 240<br>(176) | 240<br>(176) |
| Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности в газодизельном режиме                  | г/кВт*ч<br>(г//лс*ч) | -            | 235<br>(173) |

При расчёте удельного эквивалентного расхода топлива израсходованный объем газа эквивалентен по теплотворной способности массе дизельного топлива.

### **3.2. Методика экспериментальных исследований двигателя МТА с газодизельной системой питания**

Ниже представлена программа двигателя МТА с газодизельной системой питания



Рисунок 3.1 - Программа исследования двигателя МТА с газодизельной системой питания.

Как видно из схемы программа исследования двигателя МТА с газодизельной системой питания состоит из двух основных этапов.

1 Этап – испытание при стационарной нагрузке

2 Этап - испытание при неустановившейся нагрузке.

При проведении первого этапа испытания необходимо определить технические характеристики топливной аппаратуры и уточнить показатели двигателя МТА.

### **3.2.1 Исследование топливной аппаратуры двигателя МТА на стационарных режимах**

На двигателе трактора установлен топливный насос высокого давления (ТНВД) распределительного типа НД – 21/4.

Характеристики снимались по ГОСТу 8670-80 и методике, приведенной в работе [37] на стенде КИ-15711-01.

При испытании топливного насоса использовались штатные форсунки с двигателя. Перед проведением испытания форсунки были отрегулированы на номинальное давление впрыска и проверено качество распыла.

### **3.2.2. Исследование двигателя МТА на установившихся режимах**

Цель исследований состоит в уточнении стационарных характеристик двигателя на разных видах топлива.

Проведение эксперимента по снятию регуляторной характеристики двигателя МТА производилась по ГОСТ 18509-95 и представлено на рисунках 4.3 и 4.4 и в приложение А и Б.

### **3.2.3. Исследование двигателя МТА при работе с газодизельной системой подачи топлива при неустановившейся нагрузке**

Двигатель МТА является нелинейной системой, поэтому оценку его динамических характеристик производят с помощью дифференциальных уравнений с учетом закона изменения момента сопротивления

### **3.3. Экспериментальная установка для динамических исследований двигателя МТА**

В соответствии с разработанной методикой проведения научно – исследовательской работы требуется проведение стационарных и динамических исследований с использованием единой аппаратуры, позволяющей осуществить регистрацию быстроменяющихся параметров короткого и продолжительного промежутка времени.

Установка для полевых испытаний, показанная на рисунке 3.18, состоит из следующих составных частей: трактор МТЗ – 82; культиватор КПС – 4, а также оборудована измерительной и регистрирующей аппаратурой.



Рисунок 3.2 – Общий вид МТА в составе трактора МТЗ-82 и культиватора КПС-4

### 3.3.1. Автоматизированный комплекс сбора и обработки данных

Автоматизированный комплекс сбора и обработки данных представляет из себя набор датчиков, с помощью которых производится регистрация необходимых параметров (часть датчиков оборудована усилителями сигналов), далее сигналы поступают в аналого-цифровой преобразователь, который преобразует электрические сигналы (аналоговые) в цифровые и уже эти сигналы поступают на ЭВМ, в роли которой выступает ноутбук, в котором с помощью программного обеспечения происходит обработка и запись полученных результатов экспериментов.

Применение автоматизированный комплекс сбора и обработки данных значительно упрощает процесс проведения экспериментов, но в тоже время необходимо специальное программное обеспечение.



Рисунок 3.3 - Схема автоматизированного комплекса сбора и обработки данных.

Данный автоматизированный комплекс сбора и обработки данных позволяет вести регистрацию величин: частота вращения коленчатого вала

двигателя МТА; крутящий момент двигателя МТА; расход топлива; расход газа; буксование трактора; тяговое усилие на крюке трактора.

Программное обеспечение.

Для сбора и обработки данных использовалась программа, написанная в LabVIEW 6.0.

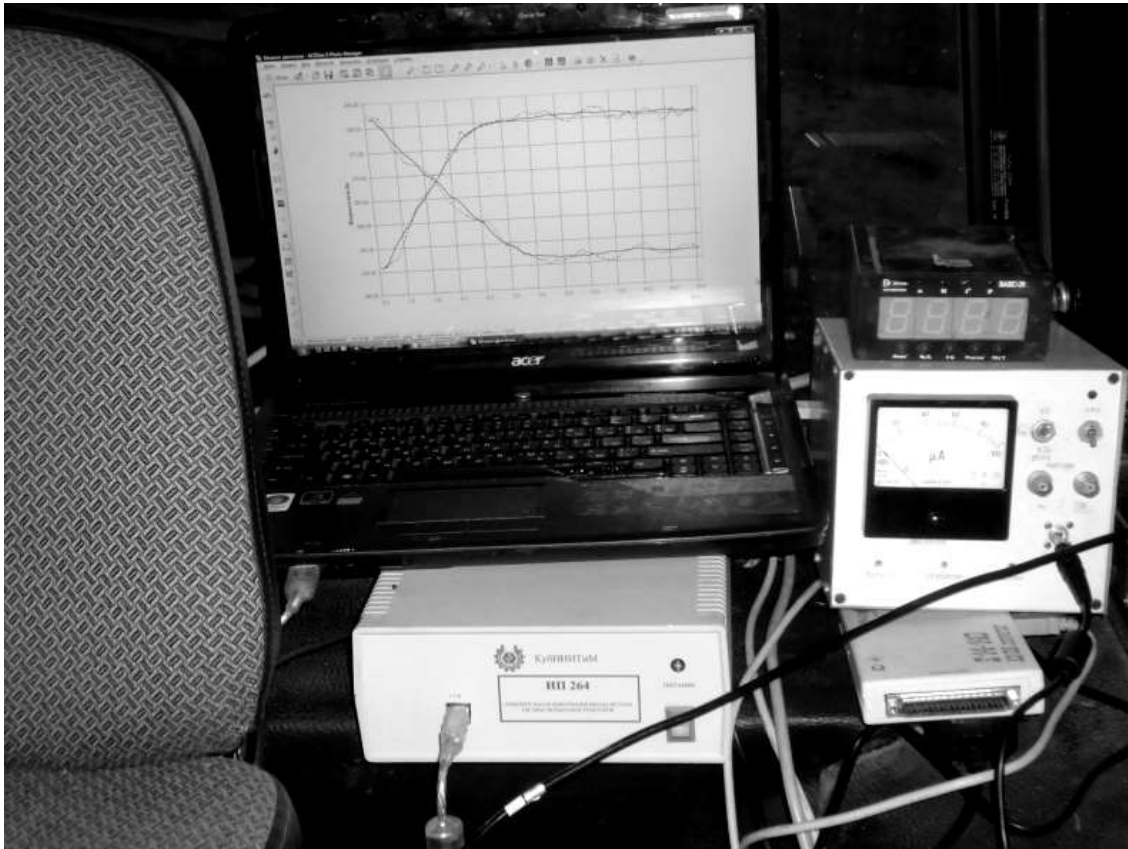


Рисунок 3.4 – Измерительный комплекс для сбора и обработки данных

### 3.4. Точность измерений и подбор датчиков

Значения абсолютных погрешностей измеряемых величин приведены в таблице 3.2 по ГОСТу 18509 – 95.

Таблица 3.2 - Допустимые абсолютные погрешности измерений

| Измеряемый показатель, размерность                   | Погрешность                                                               |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Частота вращения коленчатого вала, $\text{мин}^{-1}$ | $\pm 0,005n_{\text{ном}} (\pm 0,5\%)$ , но не более $10 \text{ мин}^{-1}$ |
| Крутящий момент двигателя, $\text{Н}\cdot\text{м}$   | $\pm 0,005M_{\text{емax}} (\pm 0,5\%)$                                    |
| Расход воздуха, $\text{кг/час}$                      | $\pm 0,02G_{\text{вном}} (\pm 2\%)$                                       |
| Расход топлива, $\text{кг/час}$                      | $\pm 0,005G_{\text{тном}} (\pm 0,5\%)$                                    |
| Продолжительность опыта не менее, сек                | 0,01                                                                      |
| Температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$  | $\pm 1$                                                                   |
| Атмосферное давление, Па                             | $\pm 0,01P_{\text{ном}} (\pm 1\%)$                                        |

При проведении динамических испытаний двигателя МТА важное значение имеет динамическая составляющая погрешности. Для определения динамической инерционности датчиков воспользуемся методикой, изложенной в работах [14, 37].

Величина расхода топлива определялось по положению дозатора ТНВД с помощью датчика на базе резистора (рисунок 3.5) и частоты вращения коленчатого вала двигателя МТА.

Тарировка датчика проводилась по снятой скоростной характеристикой ТНВД. Тарировочный график датчика положения рейки дозатора ТНВД представлен на рисунке 3.6.

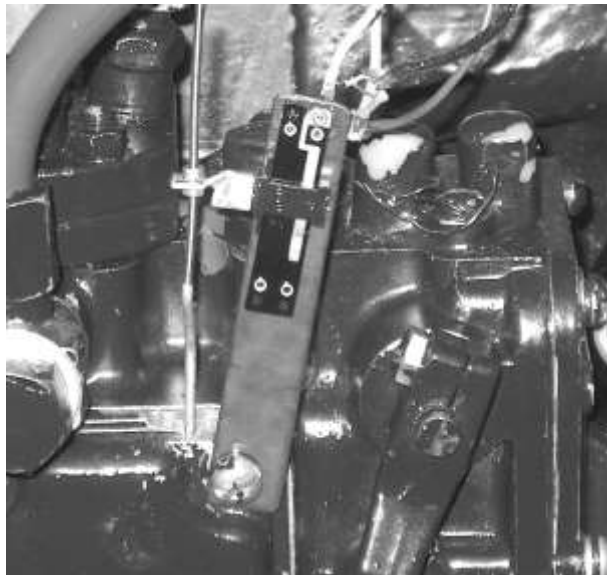


Рисунок 3.5 - Датчик положения дозатора ТНВД.

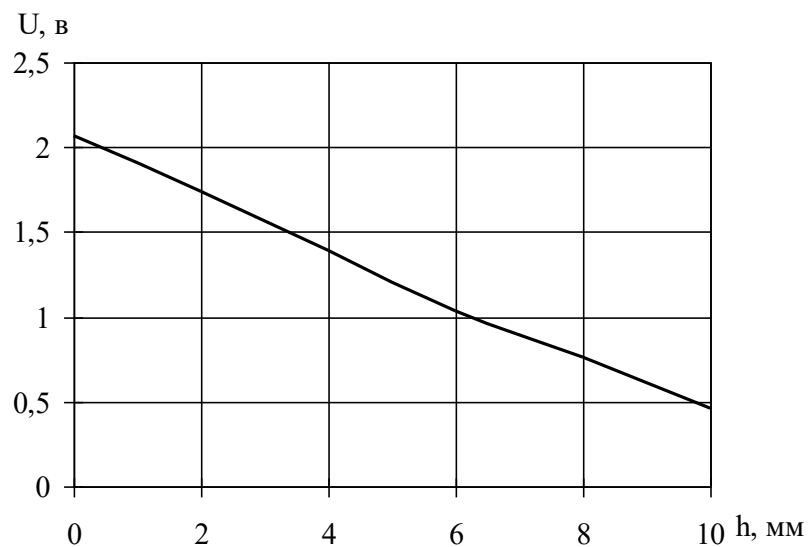
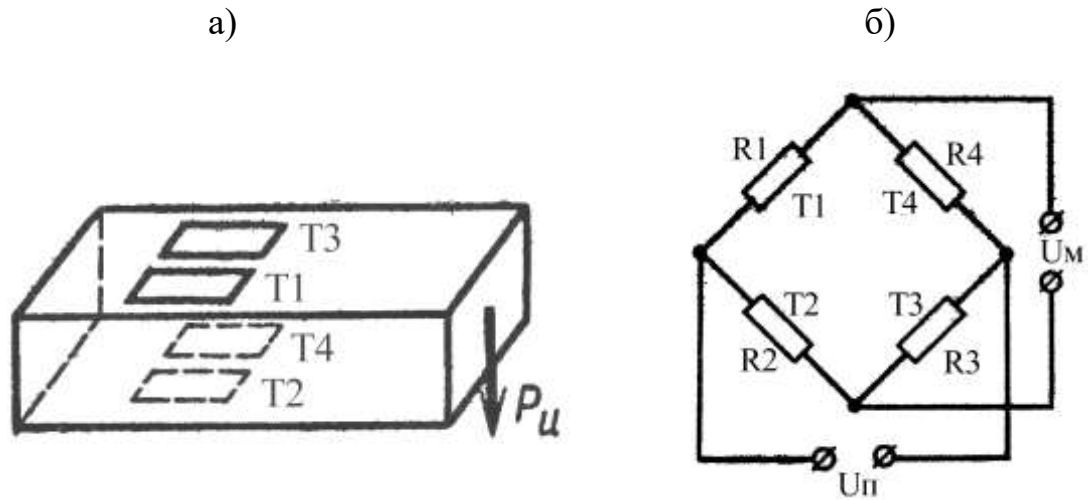


Рис. 3.6. Тарировочный график датчика положения рейки дозатора ТНВД.

Для измерения крутящего момента двигателя при стационарных испытаниях двигателя использовали консольно закрепленную балку равного сопротивления с наклеенными на ней тензорезисторами ПКБ-10 на бумажной основе .

Наклеивание и соединение датчиков проводилось по мостовой схеме согласно имеющимся методикам [15], (рисунок 3.7).



а) схема наклеивания; б) схема соединения.

Рисунок 3.7 – Схемы наклеивания и соединения тензорезисторов.

Сигнал, поступающий от тензорезисторов балки, усиливается с помощью одноканального тензоусилителя (рисунок 3.8) и далее поступает в АЦП компьютера.

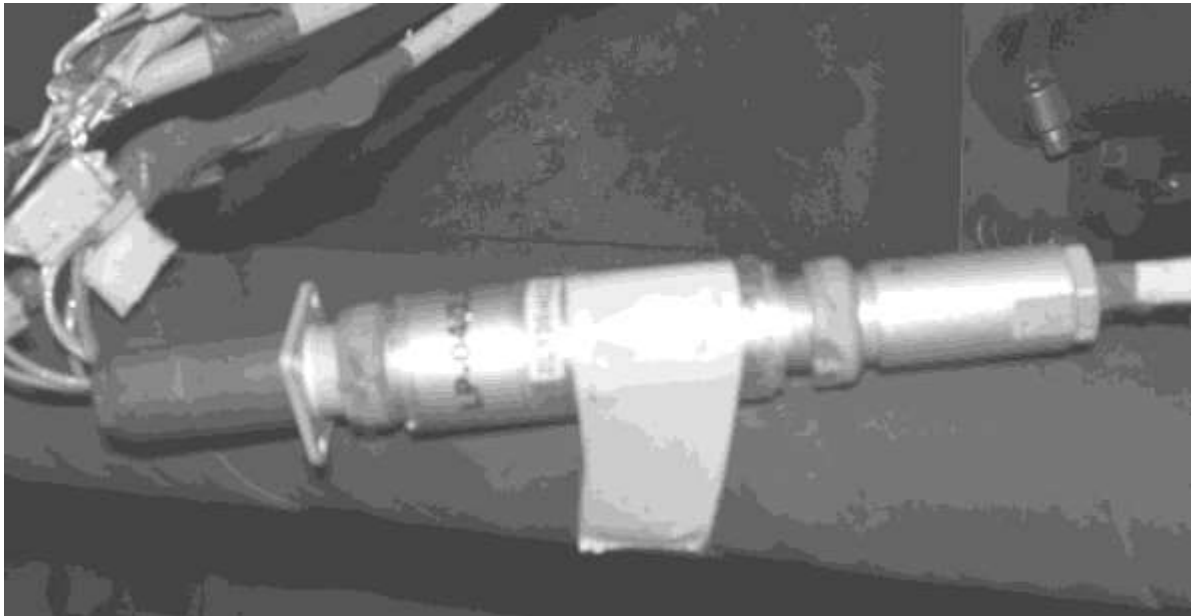


Рисунок 3.8– Одноканальный тензоусилитель.

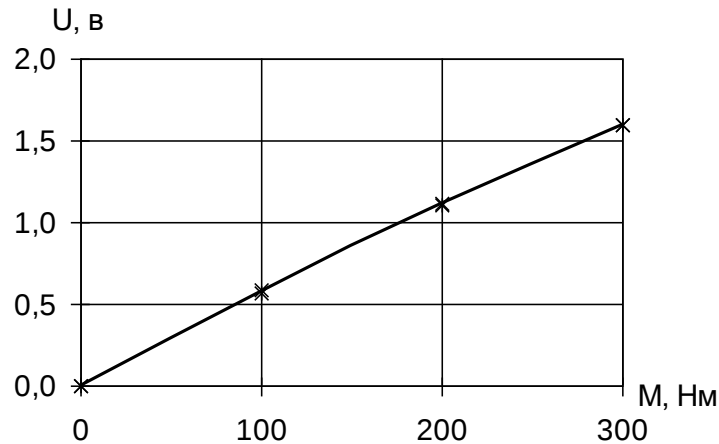


Рисунок 3.9 – Тарировочный график крутящего момента.

Для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя при снятии стационарных и динамических характеристик использовался фотодатчик, состоящий из источника света (лампочка), фотодиода ФД-256 и диска с прорезями, который крепится к валу тормоза.

Расход газа при стационарных и динамических исследованиях определяется по перепаду давления в выпускном патрубке с помощью индуктивного дифференциального малогабаритного датчика давления ДМИ-0,1-2 (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Датчик давления индуктивный дифференциальный малогабаритный ДМИ-0,1-2.

Тарировку датчика для замера расхода газа проводили при помощи газового счетчика.

Расход воздуха замерялся с помощью датчика, показанного на рисунке 3.11.

Перед установкой датчик был оттарирован с учетом атмосферного давления и температуры воздуха.



Рисунок 3.11 - Датчик расхода воздуха

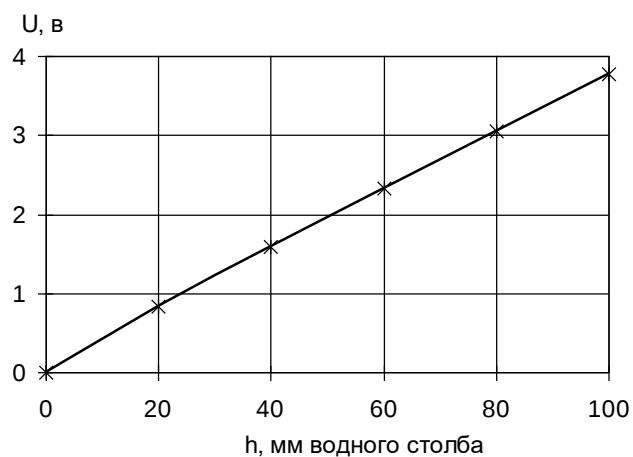


Рисунок 3.12 - Тарировочный график датчика для замера расхода воздуха

Измерение частоты вращений ведущего и копирующего колеса трактора осуществлялось с помощью датчика на основе оптопары (светодиод – фотодиод ) и дисков с прорезями которые крепятся к ведущему колесу трактора и копирующему колесу (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Оборудование для измерения оборотов ведущего и копирующего колес

Для определения тягового усилия на крюке использовалось тензодатчик ТСА фирмы TOKVES, который представлен на рисунке 3.14.



Рисунок 3.15 – Тензодатчик ТСА для определения тягового усилия на крюке трактора

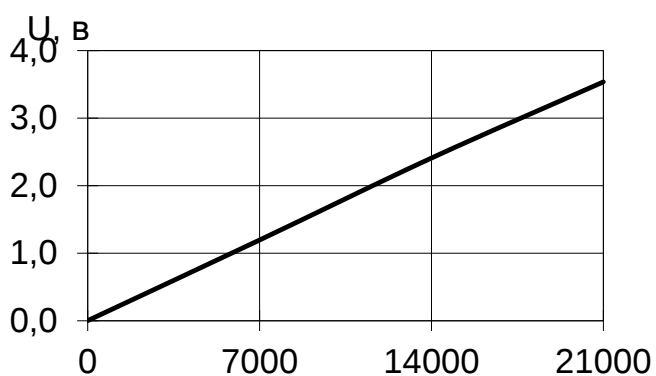


Рисунок 3.15 – Тарировочный график тягового усилия на крюке трактора

Температура воздуха определяется с помощью спиртового термометра.

Давление воздуха определяется с помощью барометра.

Приближенную оценку погрешностей измерений можно определить по методикам, изложенным в работах [14, 50].

Погрешность каналов регистрации сигналов принимаем равной 0,2%.

Учитывая, что погрешности не коррелированные, то результирующие погрешности будут равны:

1. Погрешность канала частоты вращения вала двигателя:

Погрешность измерения фотодатчика с учетом принятой частотой импульсов будет равна  $\delta_{\text{фд}} \approx 0,05\%$ .

$$\delta_n = \sqrt{0,2^2 + 0,05^2} = 0,21 \%$$

2. Погрешность канала крутящего момента двигателя:

Погрешности измерения тензорезистора зависят от температуры и дрейфа, будут малы и их можно не учитывать. Основная погрешность составляет рассеивание чувствительности в партии,  $\delta_{\text{тр}} = 0,1\%$ , [14, 50].

$$\delta_M = \sqrt{0,2^2 + 0,1^2} = 0,22 \%$$

3. Погрешность канала хода рейки дозатора топливного насоса:

Погрешность измерения резистора зависит от точности тарировки датчика,  $\delta_p \approx 0,2\%$ .

$$\delta_g = \sqrt{0,2^2 + 0,2^2} = 0,28 \%$$

3. Погрешность канала расхода воздуха в динамике:

Погрешность измерения зависит от погрешности датчика, погрешности регистрируемого канала, точности тарировки датчика,  $\delta_p \approx 0,2\%$ , [80].

$$\delta_g = \sqrt{0,2^2 + 0,2^2} = 0,28 \%$$

Динамическая погрешность каналов ограничивает частотный диапазон измеряемой величины в области высоких частот ее измерения.

С этой целью определим максимальную частоту измеряемой величины при условии, что динамическая погрешность не будет превышать 0,001%.

$$f = \sqrt{\frac{2E_\delta}{\pi^2 t_0^2}}, \quad (3.6)$$

где  $f$  – частота измеряемой величины, Гц;

$t_0$  – период дискретизации,  $t_0 = 10^{-6}$  с [88].

$$f = \sqrt{\frac{2 * 0,001}{3,14^2 * (10^{-6})^2}} = 1423,5 \text{ Гц.}$$

Данная максимальная частота измерений удовлетворяет требованиям эксперимента, а динамической погрешностью измерений можно пренебречь.

### **3.5. Планирование опытов, их проведение и контроль.**

Кратность проведения опыта равна трем для каждого типа нагружения.

При проведении экспериментов определяют влияние вида топлива на показатели двигателя при работе с неустановившейся нагрузкой.

До и после каждой серии опытов при неустановившейся нагрузке снимается серия опытов на установившемся режиме для проверки работоспособности датчиков.

### **3.6 Методика определения физико-механических свойств почвы**

Определение физико-механических свойств почвы проводились согласно ГОСТ 70.4.2-95. К основным физико-механическим свойствам относятся влажность почвы и плотность почвы.

### **3.6. Методика обработки экспериментальных данных.**

Применение автоматизированного комплекса на базе ЭВМ и АЦП для сбора, регистрации и обработки данных позволяет широко использовать весь математический аппарат для дальнейшего анализа полученных экспериментальных данных.

Все полученные экспериментальные данные содержат погрешности, которые обусловлены систематическими и случайными ошибками. Поэтому обработка полученных данных производилась в соответствии с правилами теории обработки экспериментальных данных [14, 18].

Результаты расчетов по обработке экспериментальных данных представлены в приложении В.

### **Выводы:**

1. Двигатель МТА переоборудован для работы с газодизельной системой подачи топлива.
2. Разработанная программа и методика экспериментальных исследований дает возможность провести исследование показателей двигателя МТА с газодизельной системой подачи топлива в стационарных и переходных режимах в полном объеме.
3. Предложенная методика обработки экспериментальных данных позволяет проверить точность проведения экспериментов.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

### 4.1. Исследование топливopодающей аппаратуры дизеля Д-243 на стационарных режимах

Результаты стендовых испытаний топливного насоса НД-21/4 показали, что его регуляторная характеристика соответствует техническим условиям для установки его на двигатель.

Снятая скоростная характеристика топливного насоса позволила определить линейные участки исследуемых показателей топливной аппаратуры, а также определить коэффициенты усиления по выбранным линейным участкам и определить зависимость изменения цикловой подачи от положения дозатора и частоты вращения вала насоса (двигателя) для определения расхода топлива двигателем при его дальнейших испытаниях.

Результаты исследований представлены в таблицах 4.1, 4.2 и на рисунках 4.1, 4.2.

Таблица 4.1.

Скоростная характеристика ТНВД двигателя Д – 243

| n, мин <sup>-1</sup> | Ход рейки дозатора , мм |       |       |       |       |
|----------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                      | h=2                     | h=4   | h=6   | h=8   | h=10  |
| 600                  | 0,134                   | 0,264 | 0,366 | 0,554 | 0,698 |
| 700                  | 0,132                   | 0,267 | 0,366 | 0,553 | 0,700 |
| 800                  | 0,136                   | 0,266 | 0,366 | 0,552 | 0,697 |
| 900                  | 0,134                   | 0,266 | 0,366 | 0,551 | 0,702 |
| 1000                 | 0,134                   | 0,265 | 0,365 | 0,549 | 0,702 |
| 1100                 | 0,133                   | 0,264 | 0,362 | 0,546 | 0,699 |
| 1200                 | 0,131                   | 0,265 | 0,361 | 0,548 | 0,700 |

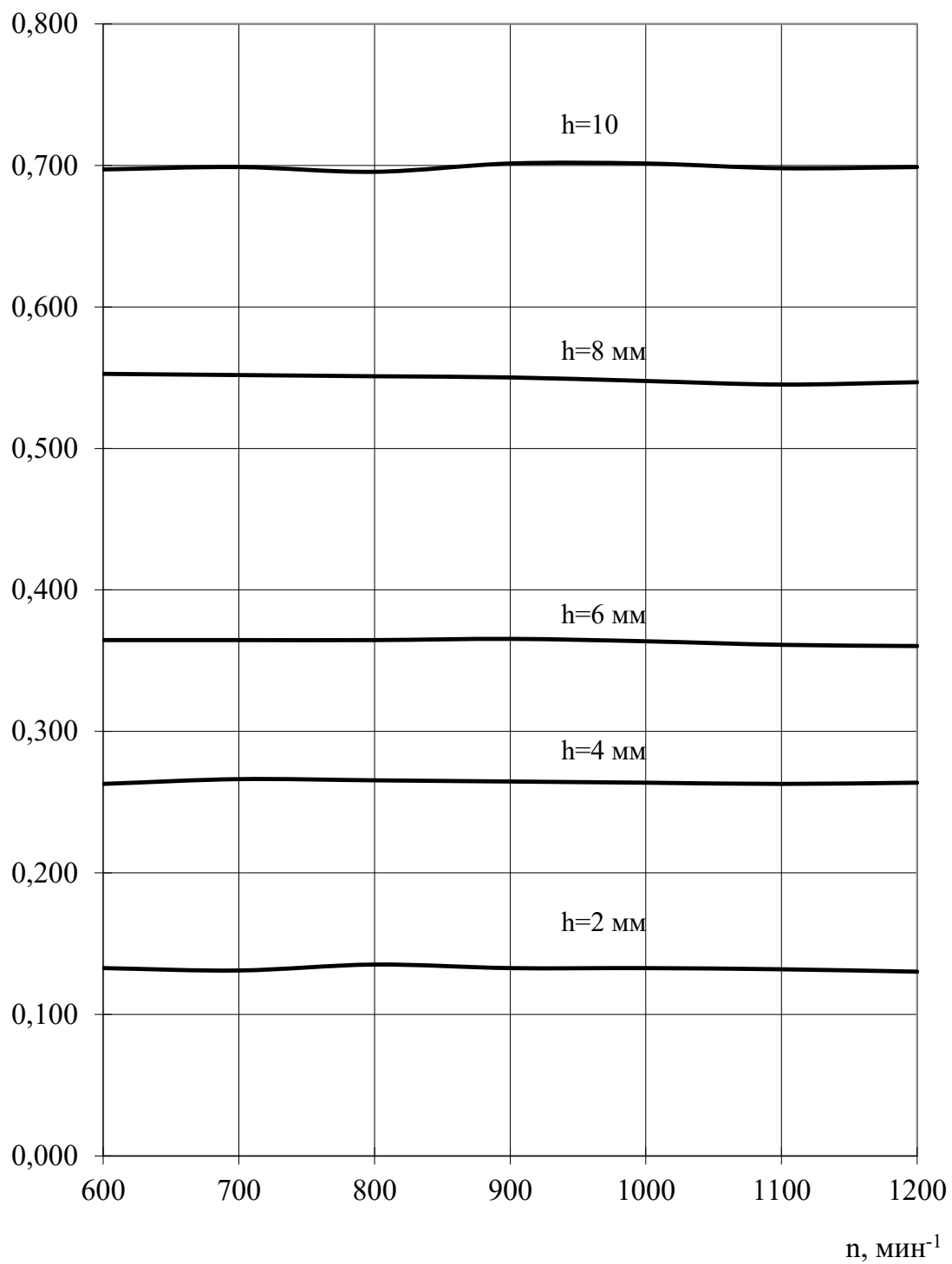


Рис. 4.1. Скоростная характеристика ТНВД двигателя Д – 243.

Таблица 4.2

## Регуляторная характеристика топливного насоса

| n,<br>мин <sup>-1</sup> | Подача за опыт (Vi) , мм <sup>3</sup> (500<br>циклов) |    |    |    | V ср., см <sup>3</sup> | g ц, г/цикл | δ, %  |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|----|----|----|------------------------|-------------|-------|
|                         | 1                                                     | 2  | 3  | 4  |                        |             |       |
| 600                     | 38                                                    | 37 | 38 | 37 | 37,50                  | 0,210       | 2,67  |
| 600                     | 37                                                    | 35 | 37 | 36 | 36,25                  | 0,203       | 5,52  |
| 600                     | 39                                                    | 37 | 38 | 37 | 37,75                  | 0,211       | 5,30  |
| 700                     | 40                                                    | 39 | 40 | 39 | 39,50                  | 0,190       | 2,53  |
| 700                     | 39                                                    | 37 | 38 | 39 | 38,25                  | 0,184       | 5,23  |
| 700                     | 40                                                    | 38 | 39 | 39 | 39,00                  | 0,187       | 5,13  |
| 800                     | 43                                                    | 41 | 42 | 42 | 42,00                  | 0,176       | 4,76  |
| 800                     | 39                                                    | 38 | 39 | 38 | 38,50                  | 0,162       | 2,60  |
| 800                     | 40                                                    | 39 | 40 | 41 | 40,00                  | 0,168       | 5,00  |
| 900                     | 39                                                    | 37 | 38 | 39 | 38,25                  | 0,143       | 5,23  |
| 900                     | 40                                                    | 37 | 39 | 39 | 38,75                  | 0,145       | 7,74  |
| 900                     | 39                                                    | 38 | 39 | 39 | 38,75                  | 0,145       | 2,58  |
| 1000                    | 38                                                    | 36 | 37 | 38 | 37,25                  | 0,125       | 5,37  |
| 1000                    | 38                                                    | 37 | 38 | 38 | 37,75                  | 0,127       | 2,65  |
| 1000                    | 39                                                    | 38 | 39 | 39 | 38,75                  | 0,130       | 2,58  |
| 1100                    | 35                                                    | 33 | 34 | 34 | 34,00                  | 0,104       | 5,88  |
| 1100                    | 37                                                    | 35 | 36 | 36 | 36,00                  | 0,110       | 5,56  |
| 1100                    | 36                                                    | 35 | 36 | 36 | 35,75                  | 0,109       | 2,80  |
| 1150                    | 26                                                    | 25 | 25 | 26 | 25,50                  | 0,075       | 3,92  |
| 1150                    | 22                                                    | 20 | 22 | 21 | 21,25                  | 0,062       | 9,41  |
| 1150                    | 21                                                    | 19 | 20 | 21 | 20,25                  | 0,059       | 9,88  |
| 1200                    | 6                                                     | 5  | 6  | 6  | 5,75                   | 0,016       | 17,39 |
| 1200                    | 5                                                     | 4  | 5  | 5  | 4,75                   | 0,013       | 21,05 |
| 1200                    | 6                                                     | 5  | 5  | 6  | 5,50                   | 0,015       | 18,18 |
| 1210                    | 0                                                     | 0  | 0  | 0  | 0,00                   | 0,000       | 0     |
| 1210                    | 0                                                     | 0  | 0  | 0  | 0,00                   | 0,000       | 0     |
| 1210                    | 0                                                     | 0  | 0  | 0  | 0,00                   | 0,000       | 0     |

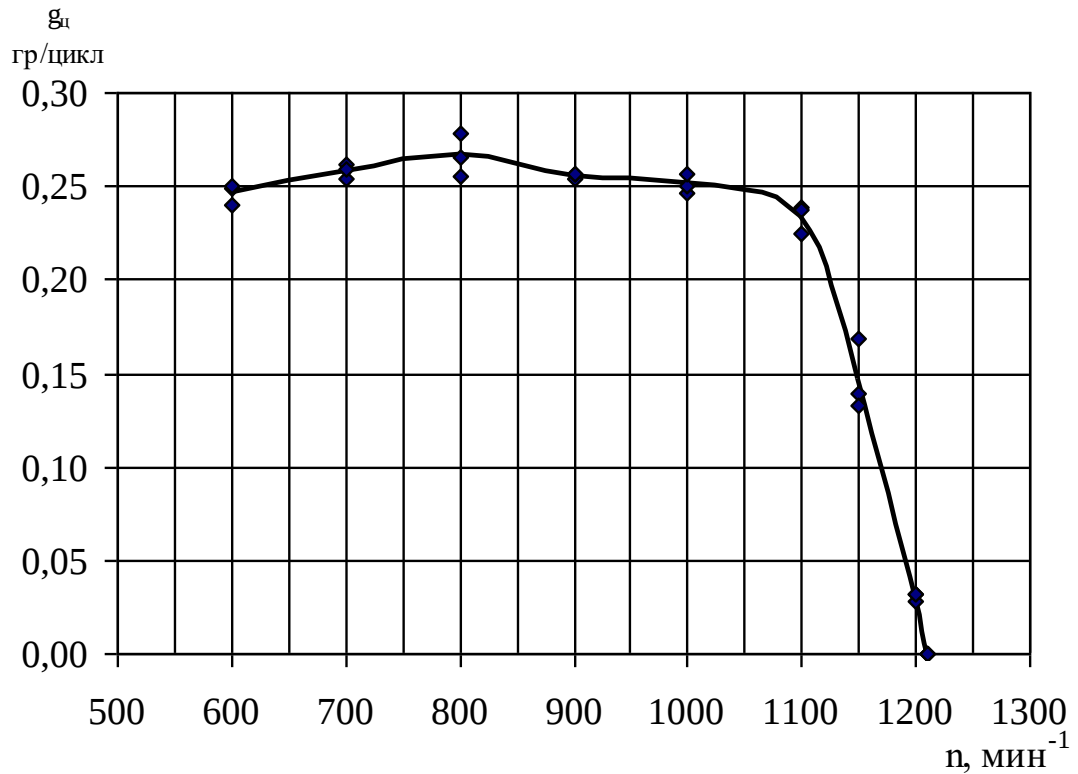


Рис. 4.2. Регуляторная характеристика топливного насоса.

#### 4.2. Исследование дизельного двигателя Д-243 и Д-243Г при установившейся нагрузке.

Целью испытания двигателя при установившейся нагрузке было определение технико-экономических показателей и сравнение полученных данных с техническими характеристиками, представленными заводом — изготовителем.

Результаты полученных регуляторных характеристик представлены на рисунках 4.3, 4.4 и в приложениях А и Б.

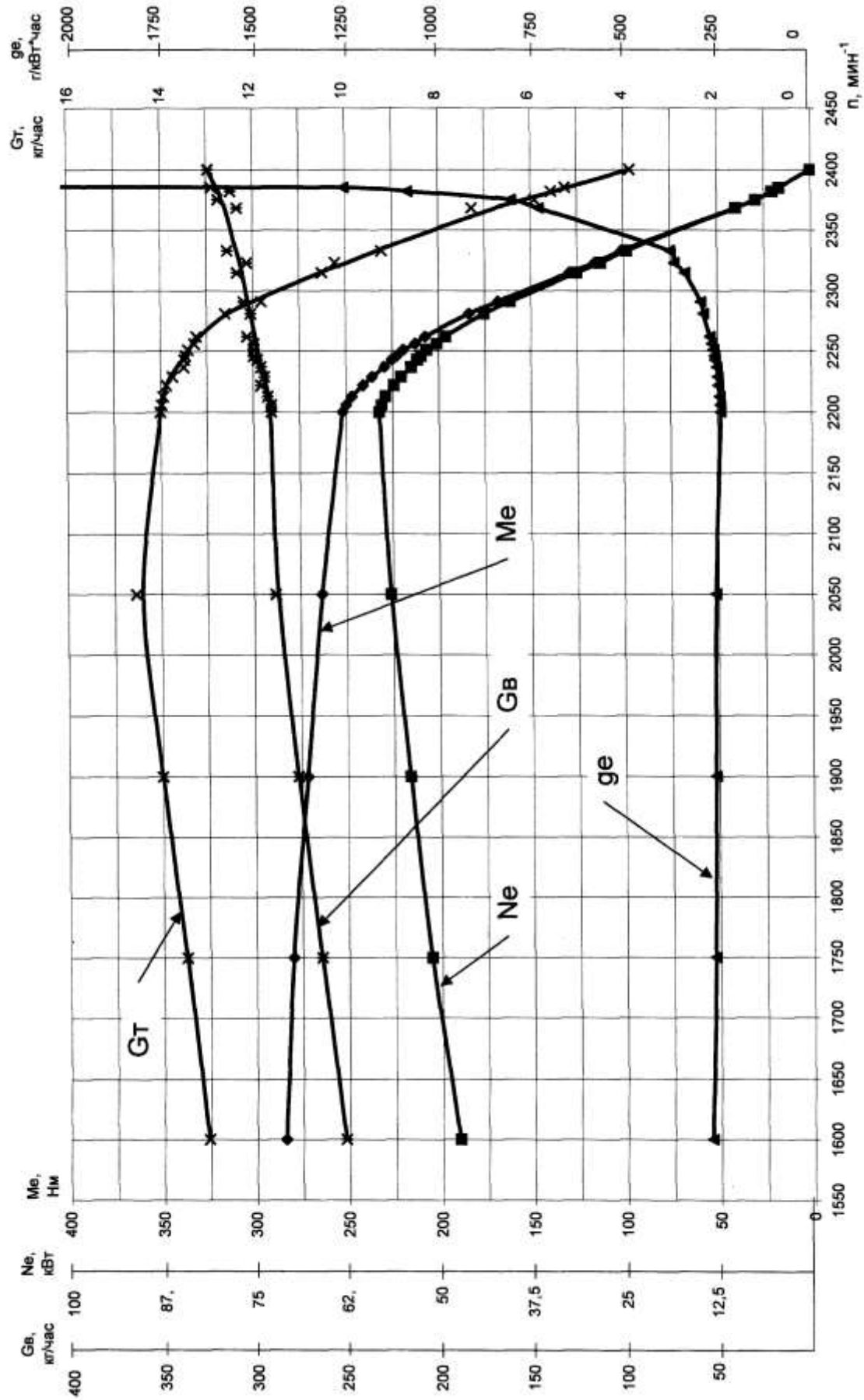


Рисунок 4.3. Регуляторная характеристика двигателя Д-243

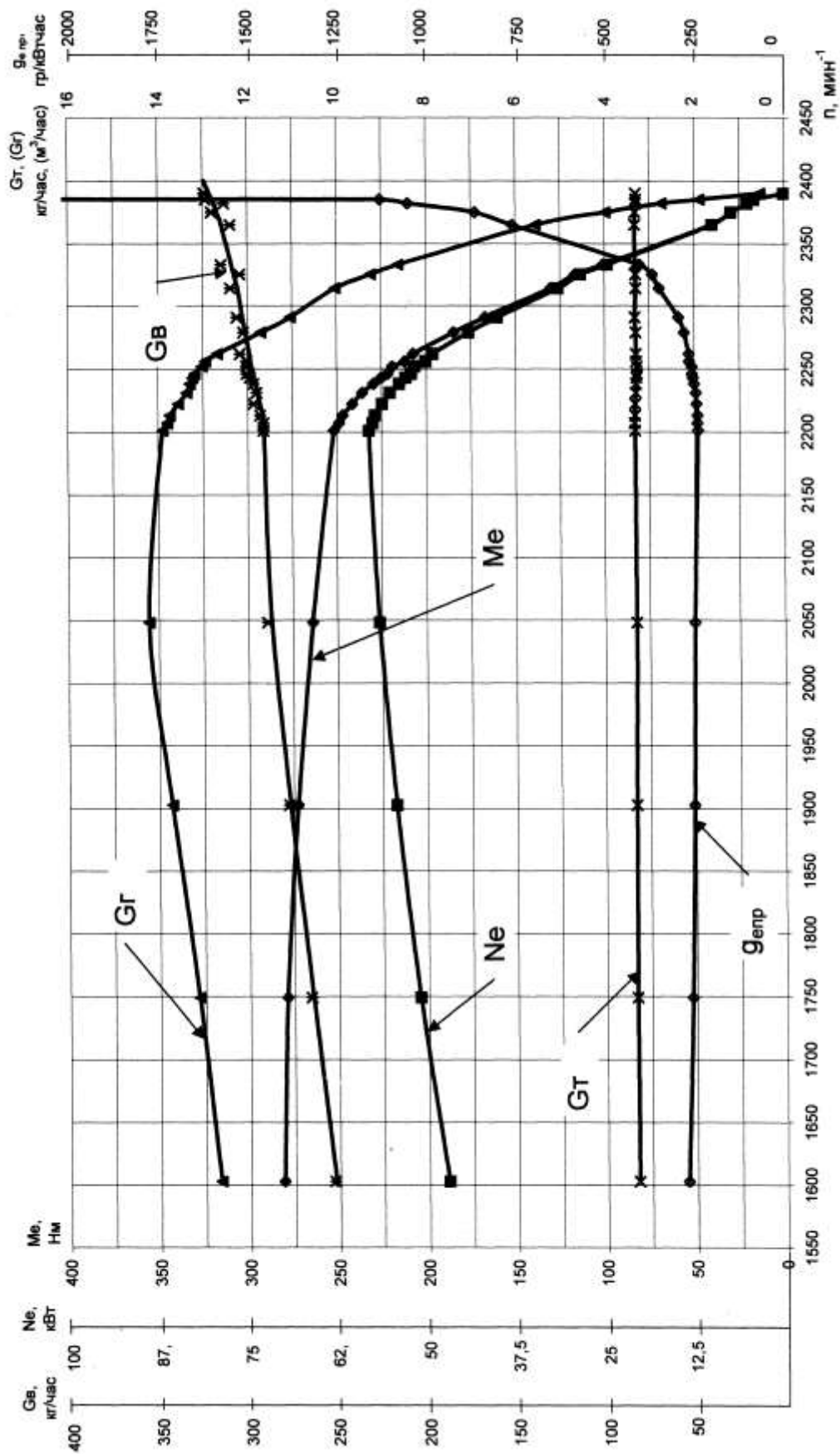


Рисунок 4.4 - Регуляторная характеристика двигателя Д-243Г.

### 4.3. Исследование дизельного двигателя Д-243 и Д-243Г при неустановившейся нагрузке

При проведении экспериментов максимальный момент сопротивления тормозной установки подбирается таким образом, чтобы при набросе нагрузки обороты коленчатого вала двигателя не уменьшались ниже  $2200 \text{ мин}^{-1}$  при работе на регуляторной ветви.

Результаты экспериментов представлены на рисунках 4.5...4.9 и в приложениях Г и Д.

По результатам экспериментальных исследований были определены время задержки реакции на возмущение и коэффициенты дифференциальных уравнений для проведения теоретических исследований.

Таблица 4.3

Значения времени задержки реакции на возмущение

| Вид двигателя   | Значение времени для данного параметра, с   |                        |             |                         |
|-----------------|---------------------------------------------|------------------------|-------------|-------------------------|
|                 | Частота вращения коленчатого вала двигателя | Часовой расход воздуха | Расход газа | Цикловая подача топлива |
| Наброс нагрузки |                                             |                        |             |                         |
| Д-243           | 0,18                                        | 0,15                   | –           | 0,14                    |
| Д-243Г          | 0,16                                        | 0,13                   | 0,12        | 0,14                    |
| Сброс нагрузки  |                                             |                        |             |                         |
| Д-243           | 0,18                                        | 0,16                   | –           | 0,2                     |
| Д-243Г          | 0,17                                        | 0,15                   | 0,16        | 0,18                    |

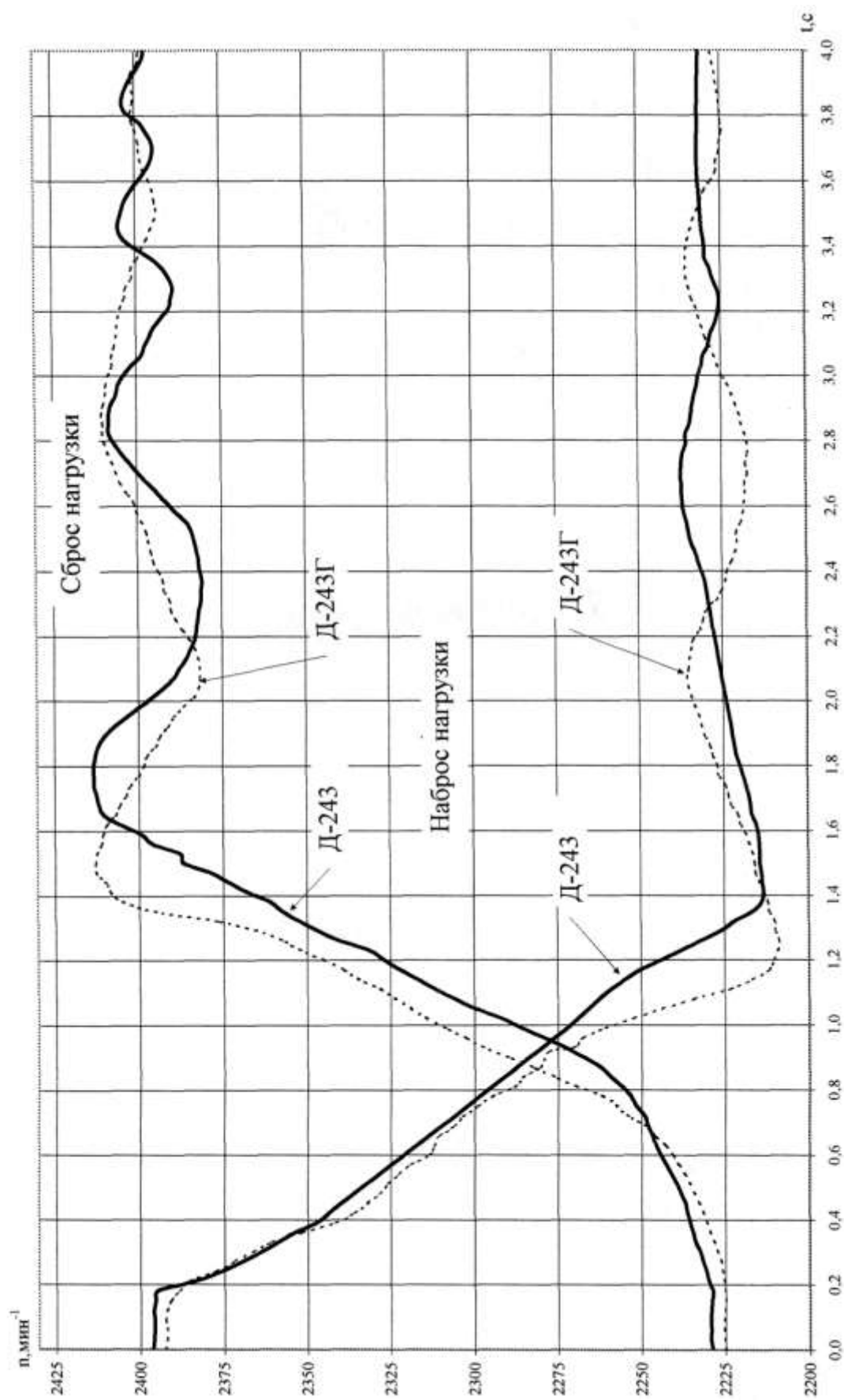


Рисунок 4.5 - График изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя при сбросе и набросе нагрузки

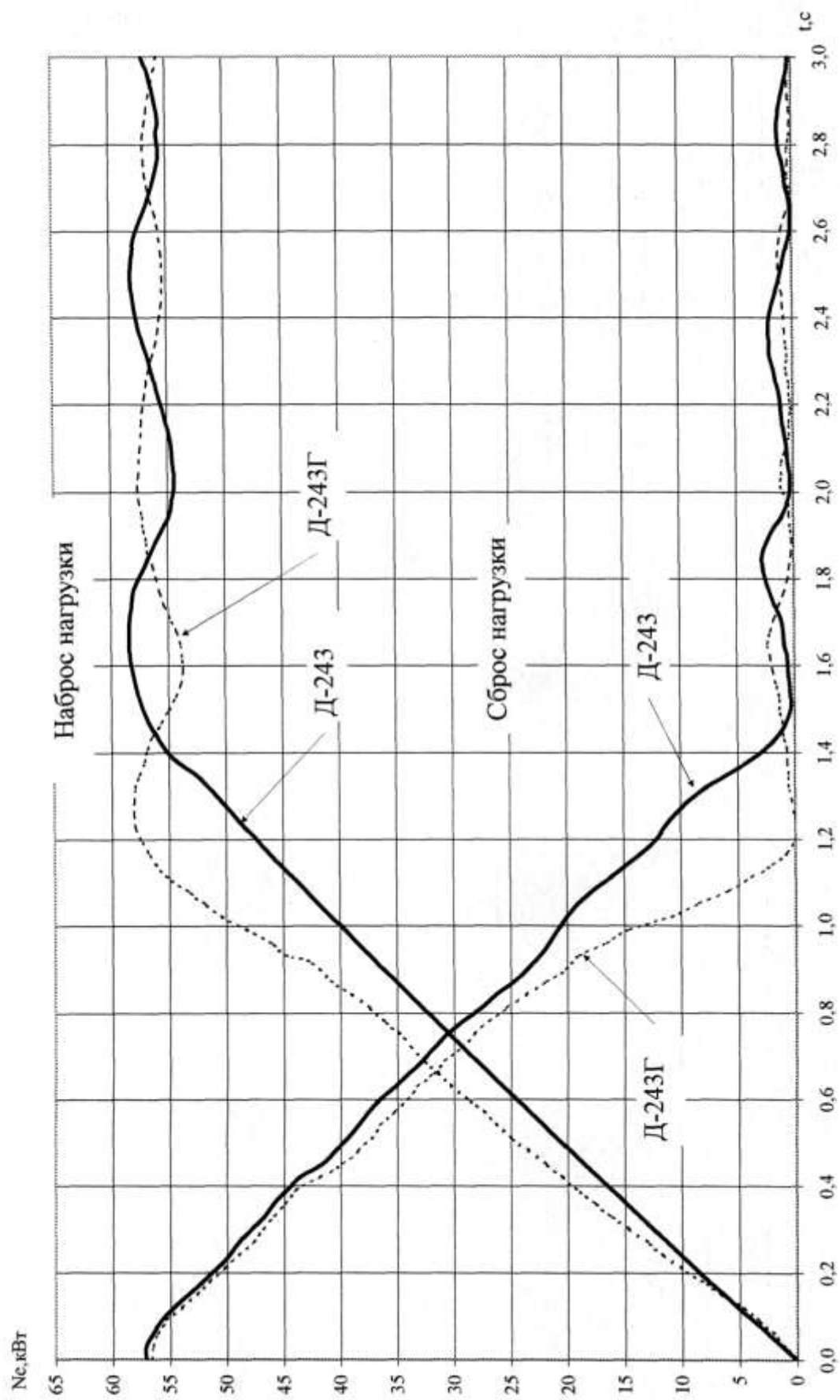


Рисунок 4.6 - График изменения мощности двигателя при сбросе и набросе нагрузки

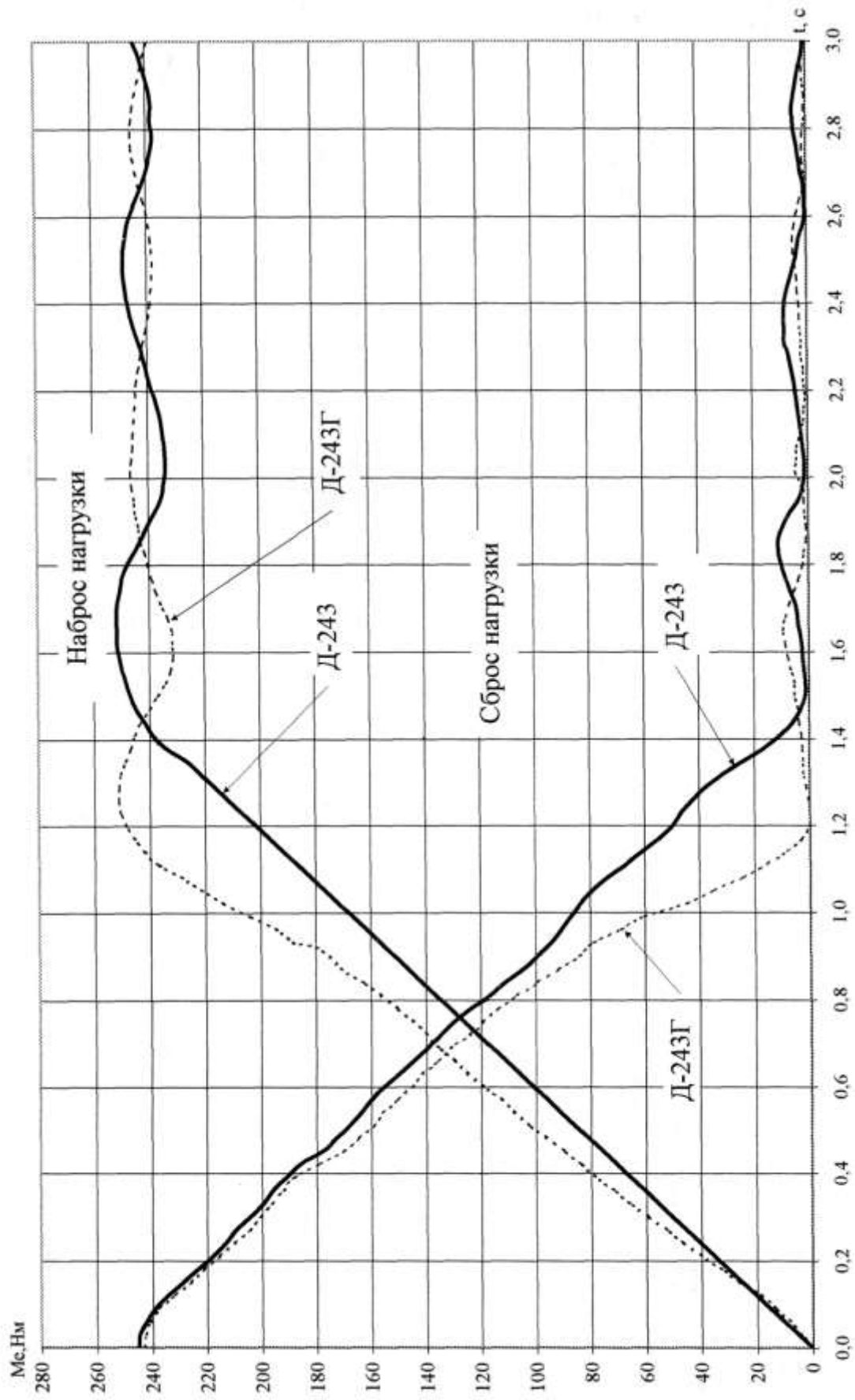


Рисунок 4.7 - График изменения крутящего момента коленчатого вала двигателя при сбросе и набросе

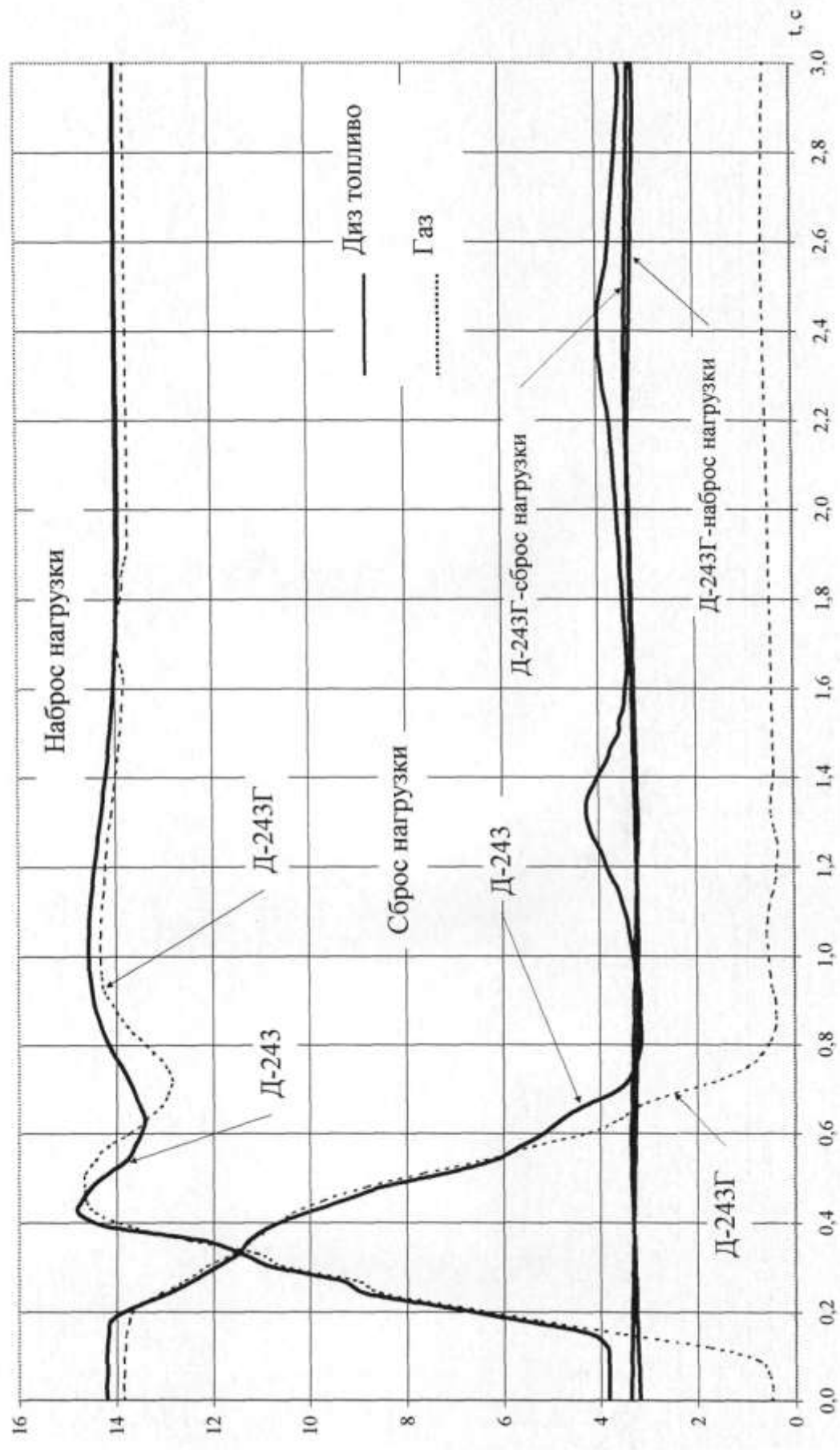
$G_T, \text{кг/ч. (Гг.м}^3/\text{ч)}$ 


Рисунок 4.8 - График изменения расхода топлива при сбросе и набросе нагрузки.

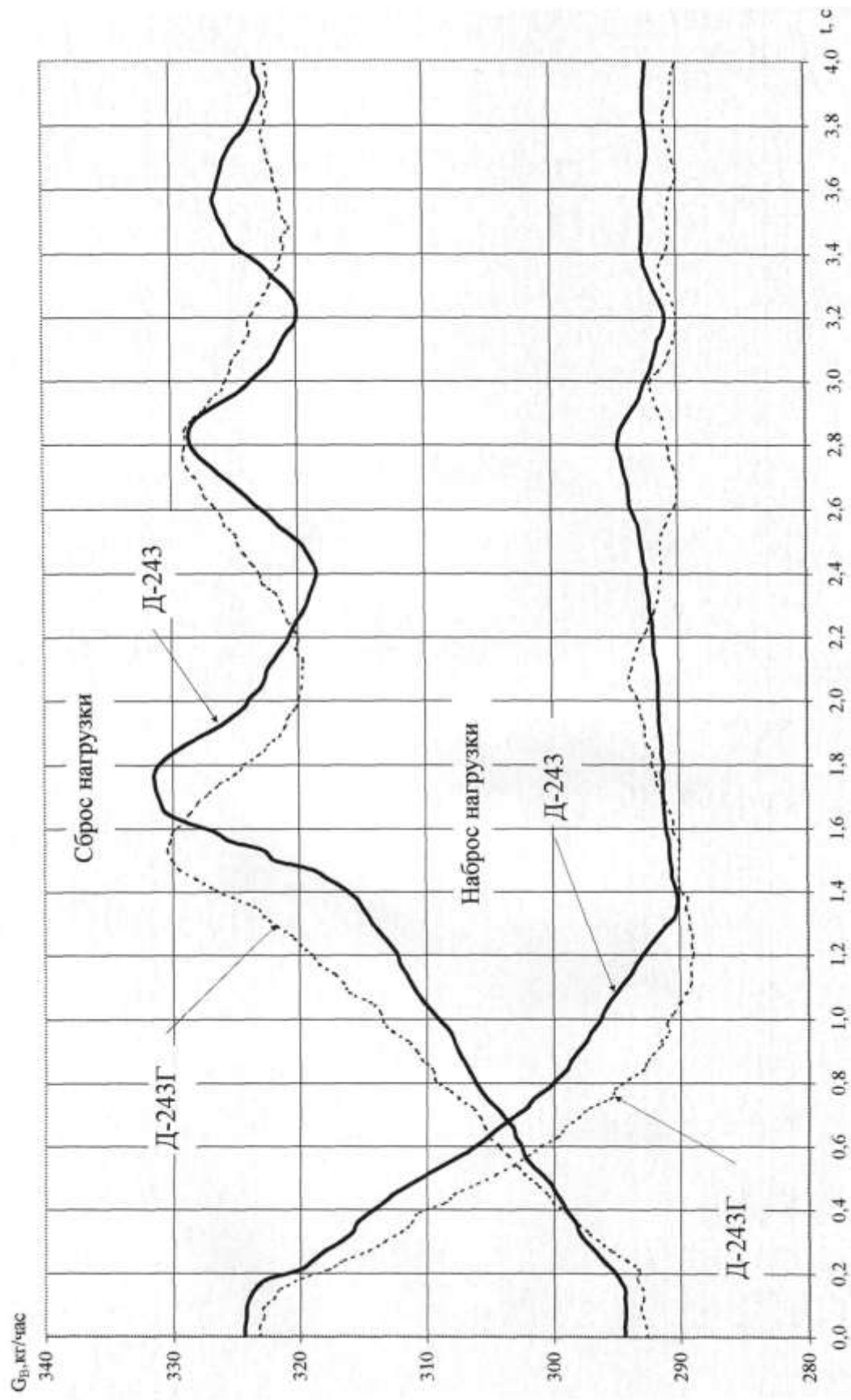


Рисунок 4.9 - График изменения часового расхода воздуха при сбросе и набросе нагрузки.

Таблица 4.4

## Значения коэффициентов дифференциальных уравнений

| Тип двигателя   |                | Значение коэффициента для данного параметра, с |                        |                         |             |
|-----------------|----------------|------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|
|                 |                | Обороты вала двигателя                         | Часовой расход воздуха | Цикловая подача топлива | Расход газа |
| Наброс нагрузки |                |                                                |                        |                         |             |
| Д-243           | T <sub>1</sub> | 0,58451                                        | 0,52288                | 0,26375                 | —           |
|                 | T <sub>2</sub> | 0,45754                                        | 0,38152                | 0,17046                 | —           |
| Д-243Г          | T <sub>1</sub> | 0,55902                                        | 0,42770                | 0,29696                 | 0,20307     |
|                 | T <sub>2</sub> | 0,42672                                        | 0,30746                | 0,16480                 | 0,14427     |
| Сброс нагрузки  |                |                                                |                        |                         |             |
| Д-243           | T <sub>1</sub> | 0,89708                                        | 0,81013                | 0,38740                 | —           |
|                 | T <sub>2</sub> | 0,72645                                        | 0,61330                | 0,29090                 | —           |
| Д-243Г          | T <sub>1</sub> | 0,83040                                        | 0,63419                | 1,02534                 | 0,43769     |
|                 | T <sub>2</sub> | 0,66008                                        | 0,51454                | 0,24925                 | 0,33566     |

На рисунках 4.10...4.16 представлены графики сходимости теоретических и экспериментальных исследований (приложение Е).

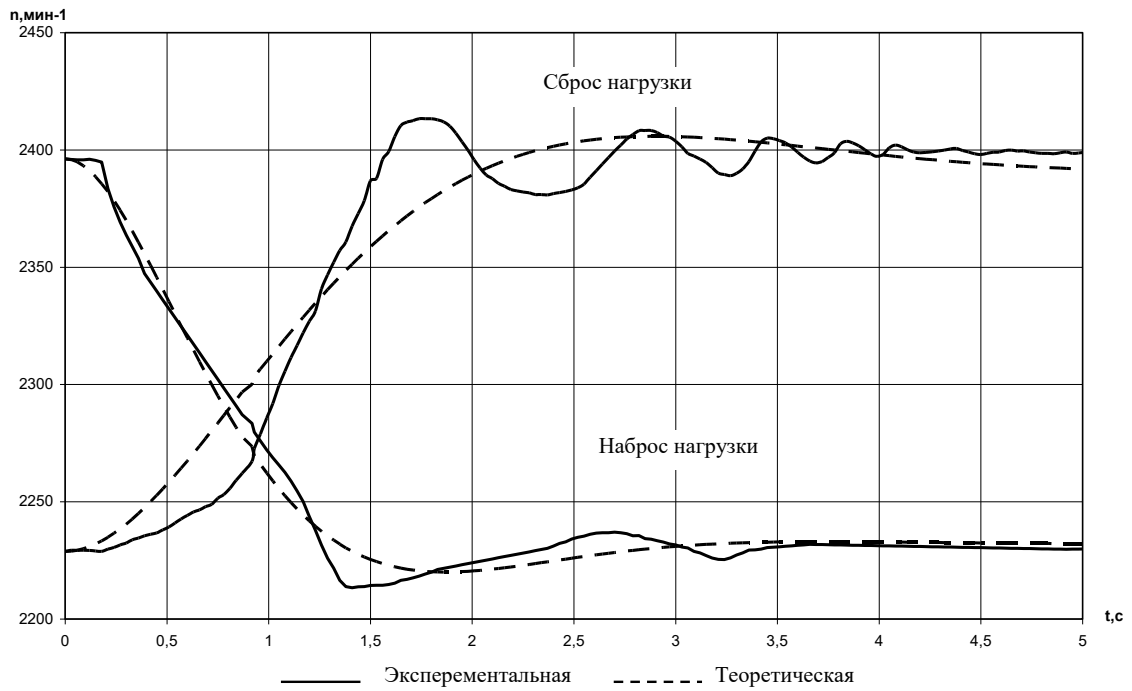


Рис. 4.10. Графики изменения оборотов коленчатого вала дизельного двигателя Д-243 при набросе и сбросе нагрузки.

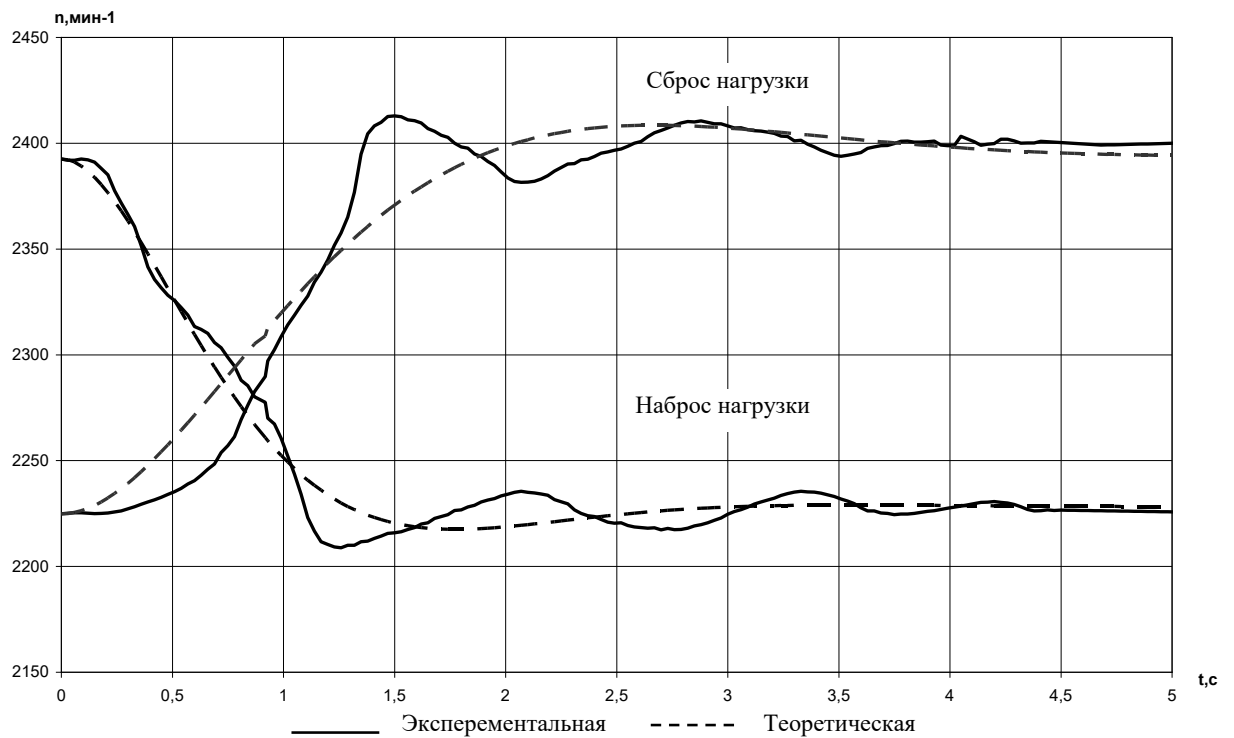


Рис. 4.11. Графики изменения оборотов коленчатого вала газодизельного двигателя Д-243Г при набросе и сбросе нагрузки.

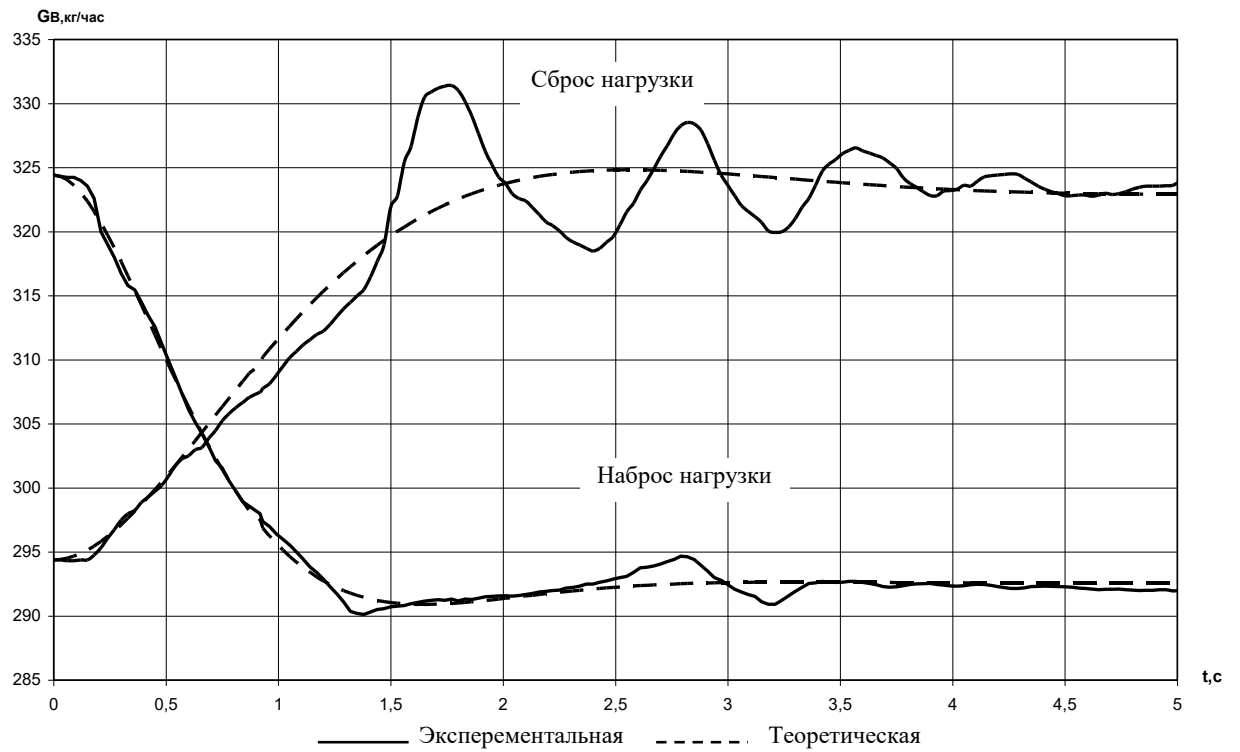


Рис. 4.12. Графики изменения часового расхода воздуха дизельного двигателя Д-243 при набросе и сбросе нагрузки.

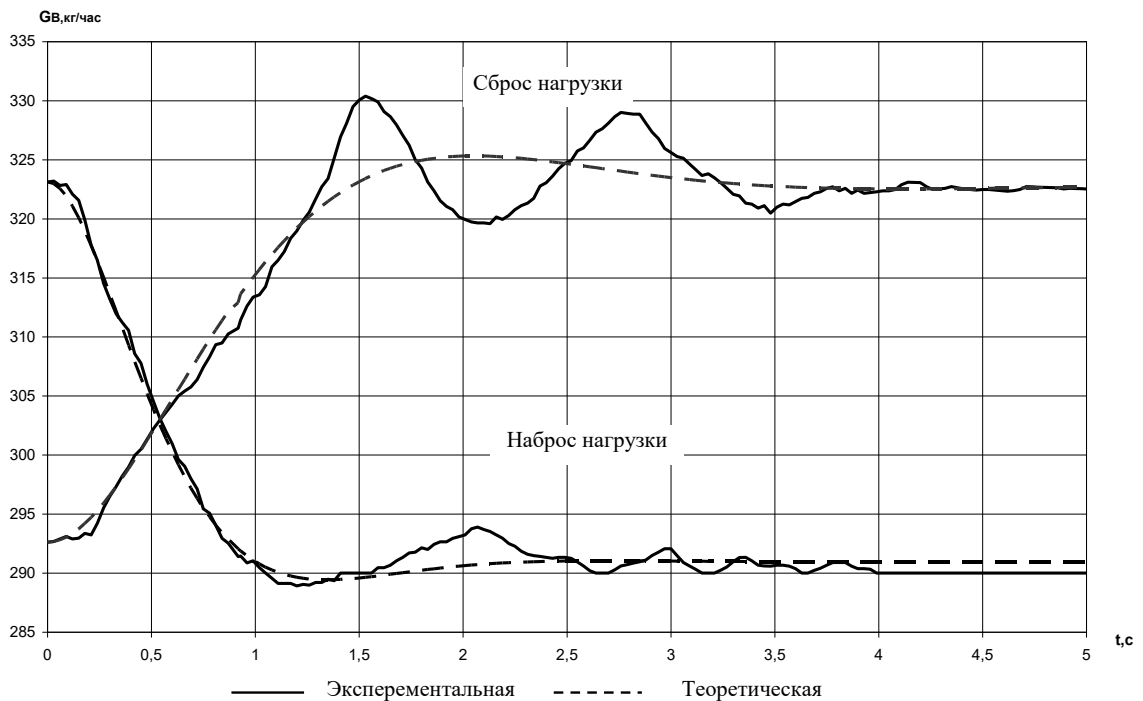


Рис. 4.13. Графики изменения часового расхода воздуха газодизельного двигателя Д-243Г при набросе и сбросе нагрузки.

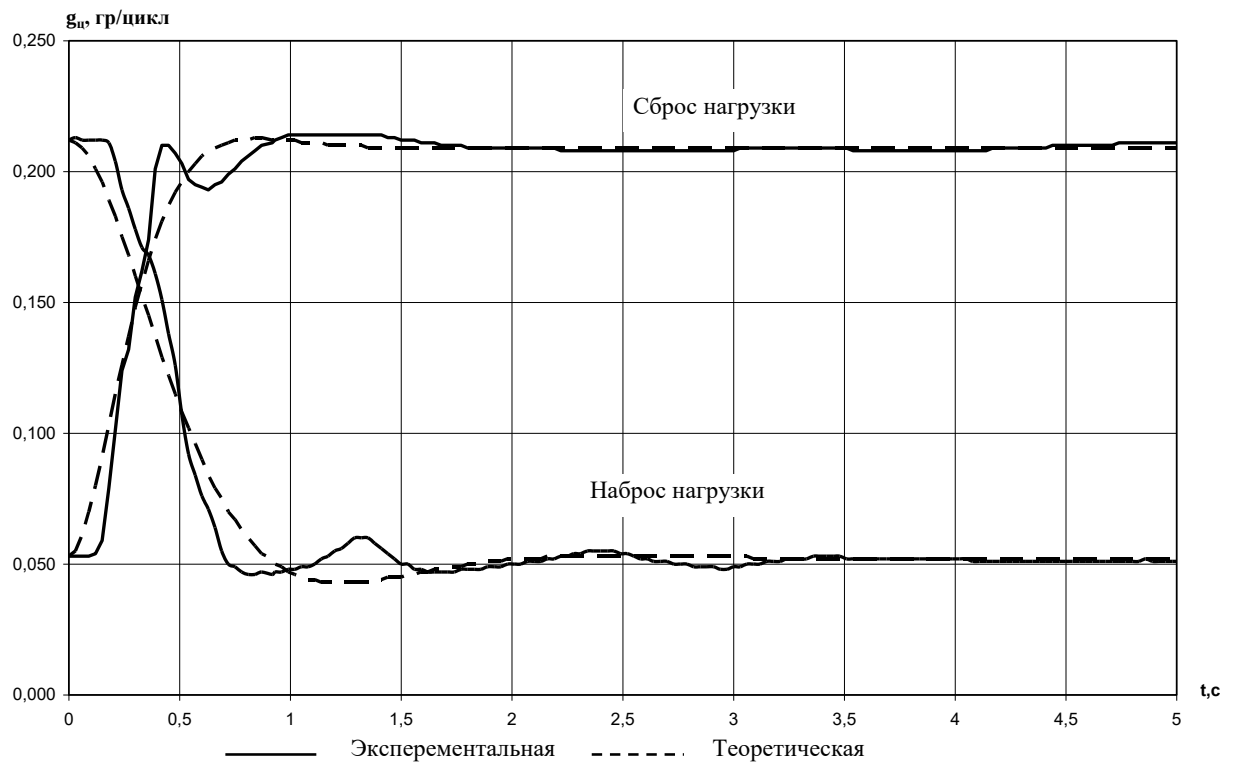


Рис. 4.14. Графики изменения цикловой подачи топлива дизельного двигателя Д-243 при набросе и сбросе нагрузки.

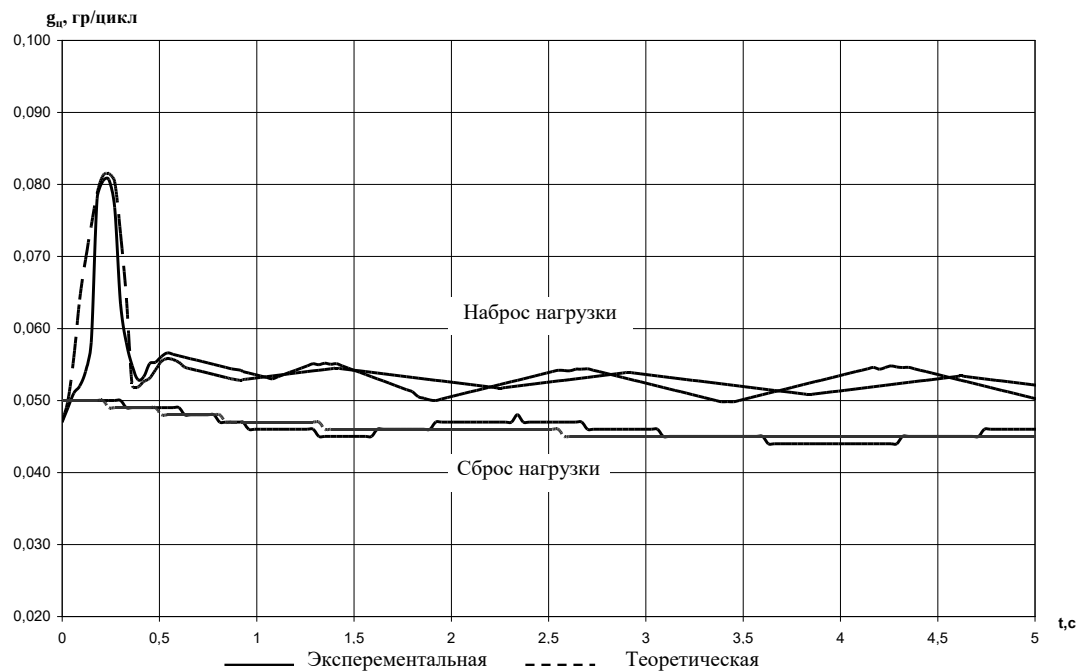


Рис.4.15. Графики изменения цикловой подачи топлива газодизельного двигателя Д-243Г при набросе и сбросе нагрузки.

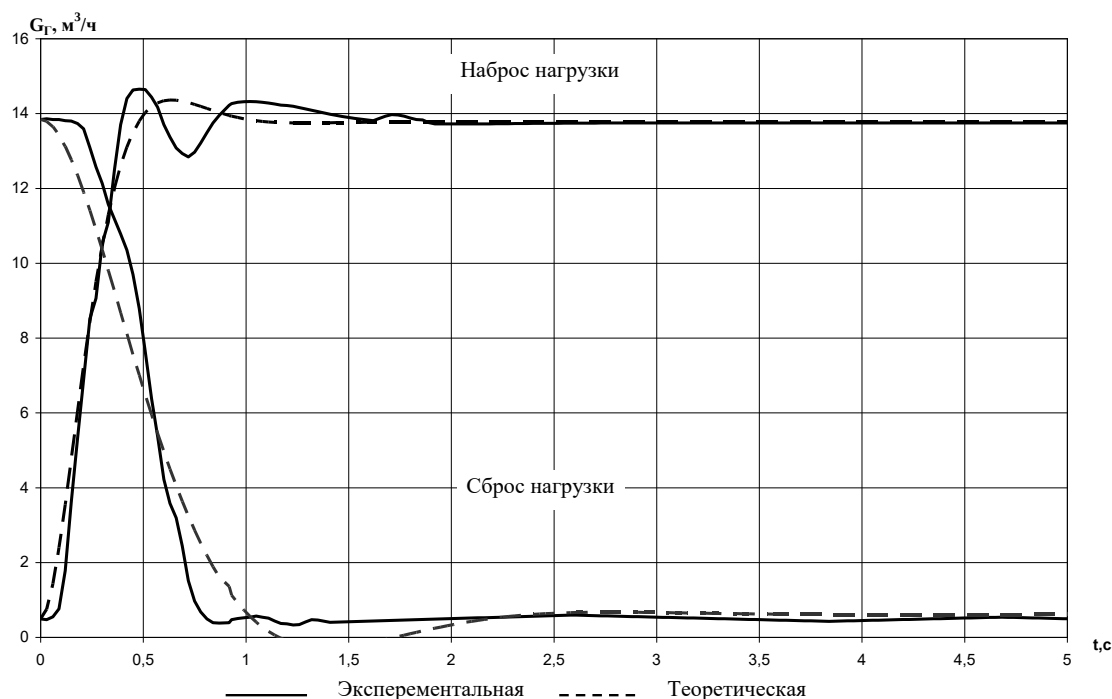


Рис. 4.16. Графики изменения часового расхода газа газодизельного двигателя Д-243Г при набросе и сбросе нагрузки.

### Выводы:

1. Анализируя полученные значения коэффициентов дифференциальных уравнений, которые представлены в таблице 4.4 для дизельного и газодизельного двигателя МТА отличаются незначительно для каждого вида нагружения.
2. У двигателя МТА с газодизельной системой питания время задержки изменения исследуемого показателя немного меньше, а также имеет меньшую амплитуду и частоту колебаний, по сравнению с двигателем с дизельной системой питания.
3. Экспериментальные и теоретические исследования подтвердили адекватность расчетов: частоты вращения коленчатого вала двигателя (отклонение 3...5%), часового расхода воздуха (отклонение 4...6%), цикловой подачи топлива (отклонение 4...7%) и часового расхода газа (отклонение 3...5%).

## **5 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ МТА ПРИ НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ НАГРУЗКЕ.**

### **5.1 Расчет эффективности использования машинно-тракторного агрегата**

В результате проведения экспериментальных и теоретических исследований было установлено, что перевод дизельного двигателя МТА на газодизельную систему питания, позволяет улучшить показатели рабочих процессов при работе с неустановившейся нагрузкой.

В свою очередь это позволит незначительно снизить потери мощности и в большей степени повысить экономические показатели.

Экономический эффект от использования оптимизации рабочих процессов двигателя полученных за счет перехода на газодизельную систему питания отражается в следующем:

- улучшение работы двигателя МТА с газодизельной системой питания при неустановившейся нагрузке, характеризуемое более интенсивным изменением момента двигателя, позволит увеличить эффективность его использования;
- по результатам проведенных экспериментов можно сказать что применение газодизельной системы питания приводит к оптимизации рабочих процессов двигателя и позволит уменьшить потери мощности на 3...4%, (1,4...3 кВт).

Необходимые данные для сравнения технико-экономических показателей двигателей МТА с дизельной и газодизельной системой питания представлены в таблице 5.1.

Технико-экономические показатели рассчитываются для одного двигателя МТА [5, 47].

Таблица 5.1

Исходные данные для сравнения технико-экономических показателей двигателей МТА.

| Наименование                                                                                  | Размерность       | Дизельная система питания | Газодизельная система питания |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Эксплуатационная мощность при работе в дизельном режиме                                       | кВт               | 57,4                      | 57,4                          |
| Эксплуатационная мощность при работе в газодизельном режиме                                   | кВт               | —                         | 57,4                          |
| Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя                                       | об/мин.           | 2200                      | 2200                          |
| Расход топлива при эксплуатационной мощности в дизельном режиме                               | кг/ч              | 14                        | 14                            |
| Расход газа при эксплуатационной мощности в газодизельном режиме                              | м <sup>3</sup> /ч | -                         | 13,8                          |
| Расход запальной дозы дизельного топлива при эксплуатационной мощности в газодизельном режиме | кг/ч              | -                         | 3,2                           |
| Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности                                         | г/кВт*ч           | 240                       | 228                           |
| Запальная доза дизельного топлива                                                             | %                 | -                         | ≈ 30                          |
| Снижение потерь мощности                                                                      | кВт               |                           | 1,74...2,9                    |

Объем экономии топлива при использовании оптимальных рабочих процессов двигателя определяется по формуле:

$$V_{\text{Э}} = \frac{g_e}{1000 * \rho_{\text{ДТ}}} * \Pi_{\text{Не}} * \Gamma_3, \quad (5.1)$$

где  $g_e$  - удельный расход топлива типового двигателя, г/(кВт\*ч);

$\rho_{\text{ДТ}}$  – плотность дизельного топлива ГОСТ 305–82,  $\rho_{\text{ДТ}} = 840 \text{ кг/м}^3$ , [18];

$N_e$  – мощность двигателя, кВт;

$\Pi_{\text{Не}}$  – снижение потерь мощности, кВт;

$\Gamma_3$  – годовая загрузка двигателя, час.

$$V_{\text{Э}} = \frac{240}{1000 * 0,84} * 3,4 * 1300 = 1263 \text{ литров}.$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\text{Э}_{\Gamma} = (G_{\text{Т}} * (1 - K_{\text{ЗД}}) * \text{Ц}_{\text{ДТ}} - G_{\Gamma} * \text{Ц}_{\Gamma}) * \Gamma_3 + V_{\text{Э}} * \text{Ц}_{\text{ДТ}}, \quad (5.2)$$

где  $\text{Э}_{\Gamma}$  – годовая экономия, руб.;

$G_{\text{Т}}$  – часовой расход дизельного топлива,  $G_{\text{Т}} = 14 \text{ кг/ч}$ ;

$G_{\Gamma}$  – часовой расход газа,  $G_{\Gamma} = 13,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$K_{\text{ЗД}}$  – коэффициент запальной дозы дизельного топлива при работе на газе, принимаем  $K_{\text{ЗД}} = 0,3$ ;

$\text{Ц}_{\text{ДТ}}$  – цена дизельного топлива, = 47 руб./литр (на 01.04.2020);

$\text{Ц}_{\Gamma}$  – цена газа, = 16,5 руб./м<sup>3</sup> (на 01.04.2020).

$$\text{Э}_{\Gamma} = (14 * (1 - 0,3) * 47 - 13,7 * 16,5) * 1300 + 1263 * 47 = 364276 \text{ руб.}$$

По результатам расчетов технико-экономических показателей двигателя МТА с газодизельной системой питания с учетом улучшения динамических характеристик за счет перевода на газодизельное топливо и годовой загрузке 1300 часов позволит сэкономить 364276 рублей по ценам на

01.04.2020 на один двигатель при стоимости переоборудования трактора на газодизельное топливо около 200000 рублей.

### **Выводы по главе 5**

1. По результатам расчетов видно , что условный расход топлива на 1 га с газодизельной подачей топлива меньше на 4...6 %, а стоимость топлива на 1 га меньше на 60...65 %.

2. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений при переводе двигателя МТА на газодизельную систему питания составит около 6 месяцев.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. Проведенный анализ влияние неуставившейся нагрузке на показатели двигателя МТА при работе на газодизельном топливе показал, что одной из причин снижения эффективных показателей является рассогласование работы систем двигателя, что в свою очередь приводит к повышенному расходу топлива и снижению эффективных показателей двигателя МТА.
2. Уточнение теоретических зависимостей изменения эффективных показателей двигателя МТА при неуставившейся нагрузке с учетом влияния газодизельной системы подачи топлива, которые позволяют установить связь между характером нагрузки и эффективными показателями двигателя МТА, (формулы 2.5 – 2.16).
3. На базе созданной экспериментальной установке МТА (трактор МТЗ-82 и культиватор КПС-4) с газодизельной системой подачи топлива были проведены экспериментальные исследования для определения эффективных показателей двигателя в условиях эксплуатации.
4. Улучшение рабочих процессов двигателя МТА связанная с газодизельной системой подачи топлива при работе с неуставившейся нагрузкой позволяет снизить потери мощности двигателя на 3...4% и уменьшить удельный расход топлива на 4...5%.
5. Применение двигателя МТА с улучшенными динамическими характеристики за счет установки газодизельной системой подачи топлива позволит уменьшить затраты на топливо на 364276 рублей (по ценам на 01.04.2020) при годовой загрузке трактора 1300 моточасов.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Абрамов, М.А., Повышение эффективности функционирования дизеля машинно-тракторного агрегата электронным регулированием топливо-поддачи /автореферат дисс. на соискание уч. степени к.т.н.// - Санкт-Петербург-Пушкин, 2012. – 20 с.
2. Агеев, Л.Е. Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно – тракторных агрегатов /Л.Е. Агеев// – Л.: Колос, 1978.–295 с.
3. Анискин, В.И. Перспективные технологии растениеводства и развитие тракторного парка / В.И. Анискин и др. // Техника в сельском хозяйстве. - 2002. - № 1. - 5-9 с.
4. Амиров, А.М. Методика исследования отработавших газов дизельных и газодизельных двигателей при работе на неустановившихся нагрузках на стенде. /А.М. Амиров, А.К. Юлдашев, С.А. Синицкий, В.М. Медведев// Современные технические вопросы агропромышленного комплекса: материалы всероссийской научно-практ. конф. Том 75, Ч. 4. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2008.
5. Арютов, Б.А. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве / Б.А. Арютов, А.Н. Важенин, А.В. Пасин// Учебное пособие - М.: Академия Естествознания, 2010 – 210 с.
6. Бабенко, В.П. Определение динамической характеристики двигателя по забросселированному давлению /В.П. Бабенко// Записки ЛСХИ, т. 121 “Автоматизация мобильных машин сельскохозяйственных агрегатов”, 1968.
7. Багиров, Д.Д. Научные основы выбора типа и основных параметров поршневых двигателей землеройных машин с целью совершенствования

- их эксплуатационных качеств /автореферат. дисс. на соискание уч. степени д.т.н/ – М.: 1965. – 44с.
8. Балабаева, И. Биодизельный бум в Германии /И. Балабаева// Автомобильный транспорт. – 2005. - № 12. – с. 40.
  9. Банник, А.П., Переменный характер нагрузки и выходные показатели трактора /А.П. Банник, В.В. Куркин и др.// Обзор, серия “Тракторы, самоходное шасси, двигатели и агрегаты”. М., 1977.
  10. Баранов, В.И. Об улучшении динамики системы регулирования дизель-регулятор при неустановившихся нагрузках / В.И. Баранов, А.П. Кузнецов, И.А. Хисаев// Труды ЧПИ, сборник “Автомобили, тракторы и двигатели”, вып. 119, Челябинск, 1973.
  11. Баширов, Р.М. Основные показатели работы топливных систем авто-тракторных дизелей /Р.М. Баширов// – Ульяновск, 1978. – 84с.
  12. Баязитов Ф.А\_№1
  13. Баязитов Ф.А\_№2
  14. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1967.–159 с.
  15. Высоцкий А.А. Динамометрирование сельскохозяйственных машин.– М.: Машиностроение, 1968.–290 с.
  16. ГОСТ 28305-89. Машины и тракторы сельскохозяйственные и лесные. Правила приемки на испытания. – М: Изд-во стандартов, 1990. – 4 с
  17. ГОСТ 30745-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей. – М: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с
  18. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. – М: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с
  19. Ефимов, С.И. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей./С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин

- и др.//; Под общ. ред. А.С.Орлина, М.Г. Круглова.-3-е изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1985.–456 с.
- 20.Ждановский, А.С. Неустановившиеся режимы поршневых и газотурбинных двигателей автотракторного типа /А.С. Ждановский, А.И. Коврогин, В.С. Шкрабак, А.В. Соминич// - Л., Машиностроение, 1974.
  - 21.Ждановский, Н.С. Режимы работы двигателей энергонасыщенных тракторов /Н.С. Ждановский, А.В. Николаенко, В.С. Шкрабак и др.// - Л., “Машиностроение”, 1981, - 240 с.
  - 22.Захаров, С.В. Эффективность перевода дизеля Д-240 (4Ч 11/12,5) трактора МТЗ на компримированный природный газ /С.В. Захаров// Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2009, № 9 (59), 60...62 с.
  - 23.Иофинов, С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка /С.А. Иофинов// М.: Колос, 1989. – 480 с.
  - 24.Киртбая, Ю.К. Основы теории использования машин в сельском хозяйстве /Ю.К. Киртбая// - Машгиз, 1957, г. Киев.
  - 25.Козлов, П.Д. Влияние колебаний рабочего сопротивления на прицепном крюке трактора СТЗ – НАТИ на его тяговые свойства /диссертация на соискание уч. степени к.т.н// - Л. 1953г., - 172с.
  - 26.Козмодемьянов, Е.А. Исследование влияния неустановившегося характера нагрузки на динамические и экономические показатели двигателя Д-35 при работе с перегрузкой /диссертация на соискание уч. степени к.т.н// - М. 1953г., - 170с.
  - 27.Колмогоров, Е.Н. С.В.Фомин Элементы теории функций и функционального анализа. /Е.Н. Колмогоров, С.В. Фомин// Изд. второе, перераб. и доп. - М., Наука, 1968г. - 495с.

28. Коросташевский, М. Перевод автомобилей на альтернативные виды топлива в США /Коросташевский М.// Грузовик. – 2002. - № 9 - 40...41 с.
29. Котиков, Ю.Г., Егоров А.Б., Богомазов А.В. Вероятностные модели эксплуатационных режимов автомобильного двигателя и использование их в технико-экономическом анализе /Ю.Г. Котиков, А.Б. Егоров, А.В. Богомазов// Двигателестроение. 1979, №11, - 42...45 с.
30. Крепс, Л.И., Карташевич А.Н. Прогнозирование влияния комплекса эксплуатационных факторов на показатели автотракторного дизеля с наддувом методом математического моделирования /Л.И. Крепс, А.Н. Карташевич// Двигателестроение. 1981., №6, 5...9 с.
31. Кринецкий, И.И. Регулирование двигателей внутреннего сгорания /И.И. Кринецкий// – Киев: Машгиз. 1960. – 191 с.
32. Кузык, Б.Н. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике /Б.Н. Кузык, Ю.В. Яковец; предисл С.М. Миронов// – М.: Институт экономической стратегий. – 2007. – 400 с.
33. Кутьков Г.М. Тяговая динамика тракторов. – М.: Машиностроение, 1980.–215 с.
34. Лиханов, В.А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей применением альтернативных топлив. /диссертация на соискание уч. степени д.т.н.// - Киров 1999.
35. Лиханов, В.А. Снижение токсичности и улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения метанола /Лиханов В.А.// - Киров: Вятская ГСХА, 2001. -212 с.
36. Лиханов, В.А. Природный газ как моторное топливо для тракторных дизелей /Лиханов В.А.// - Киров: Вятская ГСХА, 2002. -280 с.

- 37.Латыпов К.М. Исследование динамических характеристик газодизельного двигателя /автореферат дисс. на соискание уч. степени к.т.н.// - Казань 2008. – 16 с.
- 38.Ложкин, А.И. К вопросу о разработке методов испытаний тракторных двигателей с имитацией эксплуатационных режимов нагружения /А.И. Ложкин, А.И. Брусенцов// - ЧИМЭСХ Труды вып. 44, 1970.
- 39.Лысов, А.М. Уравнение динамической характеристики тракторного двигателя /А.М. Лысов// - Тракторы и сельхозмашины, №2, 1969.
- 40.Малашенко, В.А. К вопросу о топливной экономичности двигателя в процессе разгона машинно тракторного агрегата /В.А. Малышенко/ Доклады МИИсп, т.VI, вып.2, 1970.
- 41.Матвеев, И. Некоторые итоги механизации сельского хозяйства в 1935 г. /И. Матвеев// Журнал Госплана и ЦУНХУ СССР "План", 1936 г., № 1. – 18...21 с.
- 42.Мельник Г.В. Водород-энергоноситель XXI века /Г.В. Мельник// Двигателестроение. - № 3 (221). – 2005. – 48...49 с.
- 43.Минский моторный завод изготовил первые образцы газодизельных двигателей [Электронный ресурс] Посольство Республики Беларусь в Российской Федерации, URL: <http://www.embassybel.ru/news/5047e693e1d4.html>.
- 44.Медведев, В.М. Исследование влияния неустановившейся нагрузки на показатели двигателя внутреннего сгорания /В.М. Медведев// Журнал «Механизация и электрификация сельского хозяйства» 2010 год № 12 стр. 28.
- 45.Медведев, В.М. Определение динамических потерь двигателя Д-243 МТА при набросе нагрузке /В.М. Медведев, С.А. Сеницкий// Материалы научно-практической конференции, посвященной 90-летию КГАУ”– Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2012.

- 46.Мировой рынок КПП в октябре 2013 года //Национальная газомоторная ассоциация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngvrus.ru/>.
- 47.Митьковский, Н.М. Оценка экономической эффективности электронной системы управления подачей газового топлива Blue-Power Diesel /Н.М. Митьковский, Г.В. Шнитков, А.В. Сафонов// Транспорт на альтернативном топливе, 2013 г., №3 (33), - 7...9 с.
- 48.Морозов, А.Х. Основы теории скоростных режимов МТА. /автореферат дисс. на соискание уч. степени д.т.н.// - Волгоград, 1972.
- 49.Мышкис, А.Д. Математика для ВТУЗов /А.Д. Мышкис// Специальные курсы. - М.,Наука, 1971г., - 632с.
- 50.Новицкий, П.В. Оценка погрешностей результатов измерений /П.В. Новицкий, И.А. Зограф// - Л. Энергоавтомиздат. 1985. – 248 с.
- 51.Новый газовый двигатель разработают на «КАМАЗе» [Электронный ресурс], URL: <http://www.tatar-inform.ru/news/2014/04/02/400873>.
- 52.Олейник, М.А. Улучшение экологических показателей дизеля с турбонаддувом 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах /диссертация на соискание уч. степени к.т.н.// - Киров, 2007 – 166 с.
- 53.Погасбеков, М.И. Исследование влияния приведенного момента инерции самоходного комбайна С-4 на работу двигателя в условиях неустановившегося характера нагрузки /диссертация на соискание уч. степени к.т.н.// - М. 1953г., -180 с.
- 54.Попов В.Н. Некоторые особенности работы дизельного двигателя при неустановившейся нагрузке /В.Н. Попов и др.//. ЧИМЭСХ Труды вып. 44, 1970.

55. Попов, В.Н. Пути повышения эффективности двигателей сельскохозяйственного трактора /В.Н. Попов// Труды ЧИМЭСХ, вып. 78. Челябинск, 1974 - 198...202 с.
56. Постановление КМ РТ от 26 апреля 2013 г. N 283 "Об утверждении государственной программы Республики Татарстан "Развитие рынка газомоторного топлива в Республике Татарстан на 2013-2023 годы [Электронный ресурс] "ИА "ГАРАНТ". URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/tatarstan/archive/2013/#ixzz2ykqyGfmw>.
57. Постановление Правительства Москвы и Правления РАО "Газпром" от 26 ноября 1996 г. N 943-134 "О мерах по охране атмосферного воздуха в г. Москве за счет расширения использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автотранспорте" [Электронный ресурс] "Информационно-правовой портал". URL: <http://base.garant.ru/10104105>.
58. Проект Федерального закона N 612001-5 "Об использовании газового моторного топлива" [Электронный ресурс] КонсультантПлюс, URL: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/15013.html>.
59. Протокол испытаний № 07-84-2005 (4010121) Трактор газодизельный К-701 электронно-механическим регулятором подачи газа [Электронный ресурс]: Кубанская государственная зональная машиноиспытательная станция URL: [istemamis.ru/protocols/bd/ku8405.doc](http://istemamis.ru/protocols/bd/ku8405.doc).
60. Юлдашев, А.К. Динамика рабочих процессов двигателя машинно – тракторных агрегатов / А.К. Юлдашев – Казань, Татарское кн. изд – во, 1980, 142 с.
61. Юлдашев, А.К. Разработка путей динамических качеств автотракторных дизелей / А.К. Юлдашев // Докторская диссертация. Казань, 1985. 373 с
62. Юлдашев, А.К. Пути повышения эффективности использования двигателей внутреннего сгорания автомобилей и машинно-тракторных агрегатов в условиях эксплуатации. /А.К. Юлдашев, В.М. Медведев,

С.А. Сеницкий, К.М. Латыпов// Вестник Московского государственного  
агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. М. – 2007. - № 1  
(21)

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

Регуляторная характеристика двигателя при работе на дизельном топливе.

| $n, \text{мин}^{-1}$ | $M_e, \text{Н}$ | $N_e, \text{кВт}$ | $g_e, \text{г/кВт*ч}$ | $G_T, \text{кг/час}$ | $G_B, \text{кг/час}$ |
|----------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1600                 | 271             | 45,41             | 273,30                | 12,41                | 254,34               |
| 1750                 | 267             | 48,93             | 262,80                | 12,86                | 267,17               |
| 1900                 | 259             | 51,53             | 258,70                | 13,33                | 279,41               |
| 2050                 | 251             | 53,88             | 257,10                | 13,85                | 291,14               |
| 2200                 | 240             | 55,29             | 241,10                | 13,33                | 293,05               |
| 2206,3               | 238,1           | 55,06             | 242,10                | 13,33                | 293,05               |
| 2212,7               | 235,2           | 54,84             | 243,10                | 13,33                | 294,95               |
| 2221,7               | 229,5           | 54,47             | 244,70                | 13,33                | 298,70               |
| 2229,1               | 224,9           | 53,53             | 244,50                | 13,09                | 296,83               |
| 2237,1               | 218,5           | 50,51             | 254,60                | 12,86                | 298,70               |
| 2242,5               | 214,5           | 50,34             | 255,50                | 12,86                | 300,56               |
| 2245,5               | 212             | 50,26             | 255,90                | 12,86                | 302,41               |
| 2250,5               | 208,6           | 50,05             | 256,90                | 12,86                | 302,41               |
| 2255,5               | 202,6           | 48,66             | 259,60                | 12,63                | 302,41               |
| 2261,9               | 197,4           | 47,99             | 262,30                | 12,59                | 306,08               |
| 2280,8               | 175             | 41,93             | 286,20                | 12,00                | 304,25               |
| 2291,3               | 160             | 38,47             | 292,40                | 11,25                | 307,90               |
| 2314,6               | 123             | 29,63             | 337,50                | 10,00                | 311,50               |
| 2323,1               | 110             | 26,56             | 366,30                | 9,73                 | 306,08               |
| 2333                 | 96              | 23,26             | 377,50                | 8,78                 | 316,82               |
| 2367,8               | 38,4            | 8,82              | 784,60                | 6,92                 | 311,50               |
| 2375,2               | 28,2            | 6,63              | 849,20                | 5,63                 | 322,06               |
| 2382,2               | 19,6            | 4,46              | 1186,10               | 5,29                 | 315,06               |
| 2385,2               | 16              | 3,97              | 1259,40               | 5,00                 | 325,50               |
| 2400                 | 0               | 0,00              |                       | 3,67                 | 327,21               |

## Приложение Б

### Регуляторная характеристика двигателя при работе на газодизельном топливе.

| п, мин <sup>-1</sup> | М <sub>е</sub> , Нм | Не, кВт | Ггаз <sub>а</sub> м <sup>3</sup> /час | Г <sub>т</sub> , кг/час | Г <sub>в</sub> , кг/час | гепр, г/кВт*ч |
|----------------------|---------------------|---------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| 1603,0               | 281,22              | 47,21   | 12,66                                 | 3,30                    | 252,76                  | 274,40        |
| 1749,0               | 279,03              | 51,11   | 13,13                                 | 3,32                    | 265,46                  | 260,86        |
| 1903,0               | 272,64              | 54,33   | 13,72                                 | 3,31                    | 277,58                  | 253,50        |
| 2048,0               | 263,85              | 56,59   | 14,22                                 | 3,30                    | 289,19                  | 249,94        |
| 2201,0               | 251,62              | 58,00   | 13,90                                 | 3,32                    | 291,08                  | 240,00        |
| 2207,0               | 248,72              | 57,48   | 13,79                                 | 3,33                    | 291,08                  | 240,89        |
| 2213,0               | 246,68              | 57,17   | 13,74                                 | 3,32                    | 292,96                  | 241,35        |
| 2222,0               | 241,20              | 56,12   | 13,55                                 | 3,31                    | 296,67                  | 243,11        |
| 2231,0               | 235,60              | 55,04   | 13,36                                 | 3,30                    | 294,82                  | 245,06        |
| 2238,0               | 229,32              | 53,74   | 13,29                                 | 3,29                    | 296,67                  | 249,81        |
| 2243,0               | 224,97              | 52,84   | 13,23                                 | 3,28                    | 298,51                  | 253,01        |
| 2246,0               | 221,35              | 52,06   | 13,18                                 | 3,27                    | 300,35                  | 255,88        |
| 2252,0               | 218,78              | 51,59   | 13,02                                 | 3,27                    | 300,35                  | 255,84        |
| 2256,0               | 211,69              | 50,01   | 12,94                                 | 3,28                    | 300,35                  | 262,91        |
| 2262,0               | 207,03              | 49,04   | 12,67                                 | 3,29                    | 303,98                  | 264,11        |
| 2279,0               | 184,54              | 44,04   | 11,70                                 | 3,30                    | 302,17                  | 277,53        |
| 2291,0               | 166,81              | 40,02   | 11,03                                 | 3,31                    | 305,78                  | 292,89        |
| 2314,0               | 130,10              | 31,53   | 10,03                                 | 3,30                    | 309,35                  | 347,25        |
| 2325,0               | 116,37              | 28,33   | 9,23                                  | 3,30                    | 303,98                  | 364,94        |
| 2333,0               | 100,68              | 24,60   | 8,62                                  | 3,31                    | 314,61                  | 401,77        |
| 2365,0               | 40,27               | 9,97    | 5,55                                  | 3,32                    | 309,35                  | 757,51        |
| 2375,0               | 29,58               | 7,36    | 3,98                                  | 3,31                    | 319,80                  | 862,11        |
| 2382,0               | 20,56               | 5,13    | 2,73                                  | 3,30                    | 312,87                  | 1049,10       |
| 2385,0               | 16,78               | 4,19    | 1,88                                  | 3,29                    | 323,21                  | 1127,37       |
| 2390,0               | 0,10                | 0,03    | 0,53                                  | 3,30                    | 323,90                  | 123472,39     |

## Приложение В

Расчет погрешности регуляторной характеристики двигателя.

Крутящий момент коленчатого вала двигателя.

| № опыта |        |        | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $v$     | $\sigma_{\bar{X}}$ |
|---------|--------|--------|-----------|----------|---------|--------------------|
| 1       | 2      | 3      |           |          |         |                    |
| 284,35  | 283,38 | 285,19 | 284,3067  | 0,8141   | 0,2768  | 0,4651             |
| 280,15  | 279,18 | 281,18 | 280,17    | 0,9138   | 0,3168  | 0,5221             |
| 271,75  | 270,78 | 272,75 | 271,76    | 0,8975   | 0,3268  | 0,5131             |
| 263,45  | 262,38 | 264,34 | 263,39    | 0,8892   | 0,3268  | 0,5081             |
| 251,85  | 250,88 | 252,81 | 251,8467  | 0,876    | 0,3368  | 0,5001             |
| 249,85  | 248,88 | 250,82 | 249,85    | 0,8813   | 0,3468  | 0,5031             |
| 246,85  | 245,88 | 247,78 | 246,8367  | 0,8601   | 0,3368  | 0,4911             |
| 240,85  | 239,88 | 241,75 | 240,8267  | 0,8445   | 0,3468  | 0,4821             |
| 236,05  | 235,08 | 236,95 | 236,0267  | 0,8445   | 0,3468  | 0,4821             |
| 229,35  | 228,28 | 230,27 | 229,3     | 0,9039   | 0,3868  | 0,5171             |
| 225,15  | 224,18 | 226,07 | 225,1333  | 0,8549   | 0,3668  | 0,4881             |
| 222,55  | 221,48 | 223,4  | 222,4767  | 0,8678   | 0,3868  | 0,4961             |
| 218,95  | 217,98 | 219,83 | 218,92    | 0,8343   | 0,3768  | 0,4761             |
| 212,65  | 211,68 | 213,57 | 212,6333  | 0,8549   | 0,3968  | 0,4881             |
| 207,15  | 206,18 | 208,15 | 207,16    | 0,8975   | 0,4268  | 0,5131             |
| 183,65  | 182,68 | 184,64 | 183,6567  | 0,8921   | 0,4768  | 0,5101             |
| 167,95  | 166,98 | 168,9  | 167,9433  | 0,8707   | 0,5068  | 0,4971             |
| 129,15  | 128,18 | 129,97 | 129,1     | 0,8042   | 0,6068  | 0,4591             |
| 115,55  | 114,58 | 116,44 | 115,5233  | 0,8394   | 0,7168  | 0,4791             |
| 100,85  | 99,88  | 101,7  | 100,81    | 0,8191   | 0,7968  | 0,4681             |
| 40,45   | 39,48  | 41,3   | 40,41     | 0,8191   | 1,9968  | 0,4681             |
| 29,75   | 28,78  | 30,61  | 29,71333  | 0,8241   | 2,7368  | 0,4701             |
| 20,75   | 19,68  | 21,33  | 20,58667  | 0,7347   | 3,5268  | 0,4191             |
| 16,95   | 15,98  | 17,75  | 16,89333  | 0,7945   | 4,6368  | 0,4531             |
| 0,25    | 0,02   | 0,23   | 0,153333  | 0,0393   | 28,2968 | 0,0171             |

Цикловая подача топлива.

| № опыта |        |       | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $v$    | $\sigma_{\bar{X}}$ |
|---------|--------|-------|-----------|----------|--------|--------------------|
| 1       | 2      | 3     |           |          |        |                    |
| 0,2725  | 0,2728 | 0,28  | 0,2751    | 0,00181  | 0,6268 | 0,00111            |
| 0,2585  | 0,2578 | 0,266 | 0,260767  | 0,00131  | 0,4668 | 0,00081            |
| 0,2475  | 0,2468 | 0,255 | 0,249767  | 0,00131  | 0,4868 | 0,00081            |
| 0,2375  | 0,2368 | 0,248 | 0,240767  | 0,00171  | 0,6668 | 0,00101            |
| 0,2135  | 0,2128 | 0,221 | 0,215767  | 0,00131  | 0,5568 | 0,00081            |
| 0,2125  | 0,2118 | 0,22  | 0,214767  | 0,00131  | 0,5668 | 0,00081            |
| 0,2115  | 0,2108 | 0,219 | 0,213767  | 0,00131  | 0,5668 | 0,00081            |
| 0,2095  | 0,2088 | 0,219 | 0,212433  | 0,00131  | 0,5668 | 0,00081            |
| 0,2065  | 0,2058 | 0,216 | 0,209433  | 0,00131  | 0,5768 | 0,00081            |
| 0,2025  | 0,2018 | 0,21  | 0,204767  | 0,00131  | 0,5868 | 0,00081            |
| 0,2015  | 0,2008 | 0,211 | 0,204433  | 0,00131  | 0,5968 | 0,00081            |
| 0,2015  | 0,1998 | 0,208 | 0,2031    | 0,00111  | 0,4968 | 0,00071            |
| 0,1995  | 0,1988 | 0,208 | 0,2021    | 0,00111  | 0,4968 | 0,00071            |
| 0,1975  | 0,1968 | 0,206 | 0,2001    | 0,00111  | 0,5068 | 0,00071            |
| 0,1965  | 0,1948 | 0,204 | 0,198433  | 0,00081  | 0,3568 | 0,00051            |
| 0,1855  | 0,1848 | 0,193 | 0,187767  | 0,00131  | 0,6468 | 0,00081            |
| 0,1735  | 0,1718 | 0,182 | 0,175767  | 0,00081  | 0,3968 | 0,00051            |
| 0,1525  | 0,1518 | 0,16  | 0,154767  | 0,00131  | 0,7868 | 0,00081            |
| 0,1485  | 0,1468 | 0,157 | 0,150767  | 0,00081  | 0,4668 | 0,00051            |
| 0,1335  | 0,1318 | 0,141 | 0,135433  | 0,00081  | 0,5268 | 0,00051            |
| 0,1035  | 0,1028 | 0,112 | 0,1061    | 0,00111  | 0,9668 | 0,00071            |
| 0,0845  | 0,0838 | 0,093 | 0,0871    | 0,00111  | 1,1868 | 0,00071            |
| 0,0795  | 0,0778 | 0,088 | 0,081767  | 0,00081  | 0,8868 | 0,00051            |
| 0,0745  | 0,0738 | 0,083 | 0,0771    | 0,00111  | 1,3468 | 0,00071            |
| 0,0545  | 0,0538 | 0,062 | 0,056767  | 0,00131  | 2,2168 | 0,00081            |

## Приложение Г

Испытание машинно-тракторного агрегата при работе двигателя на

дизельном топливе

Наброс нагрузки

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 0               | 2396,20               | 0,01                         | 0,003                 | 3,814                        | 4200,20                                    | 324,41                       | 0,05306                       | 0,00                     |
| 0,03            | 2395,90               | 5,05                         | 1,267                 | 3,815                        | 3010,97                                    | 324,32                       | 0,05308                       | 4,92                     |
| 0,06            | 2395,80               | 10,08                        | 2,529                 | 3,817                        | 1509,32                                    | 324,24                       | 0,05311                       | 9,84                     |
| 0,09            | 2395,80               | 15,12                        | 3,793                 | 3,821                        | 1007,27                                    | 324,24                       | 0,05316                       | 14,76                    |
| 0,12            | 2396,00               | 20,16                        | 5,058                 | 3,853                        | 761,72                                     | 324,00                       | 0,05360                       | 19,68                    |
| 0,15            | 2395,50               | 25,19                        | 6,319                 | 4,229                        | 669,24                                     | 323,55                       | 0,05885                       | 24,60                    |
| 0,18            | 2394,80               | 30,23                        | 7,581                 | 5,691                        | 750,68                                     | 322,60                       | 0,07921                       | 29,52                    |
| 0,21            | 2383,40               | 35,27                        | 8,803                 | 7,237                        | 822,11                                     | 320,00                       | 0,10121                       | 34,44                    |
| 0,24            | 2375,70               | 40,31                        | 10,028                | 8,830                        | 880,50                                     | 319,00                       | 0,12389                       | 39,36                    |
| 0,27            | 2369,20               | 45,34                        | 11,249                | 9,360                        | 832,08                                     | 318,00                       | 0,13169                       | 44,28                    |
| 0,3             | 2363,70               | 50,38                        | 12,470                | 10,788                       | 865,09                                     | 316,74                       | 0,15213                       | 49,20                    |
| 0,33            | 2358,70               | 55,42                        | 13,689                | 11,436                       | 835,42                                     | 315,80                       | 0,16161                       | 54,12                    |
| 0,36            | 2353,80               | 60,45                        | 14,900                | 12,252                       | 822,27                                     | 315,45                       | 0,17351                       | 59,04                    |
| 0,39            | 2347,32               | 65,49                        | 16,098                | 14,170                       | 880,23                                     | 314,50                       | 0,20122                       | 63,96                    |
| 0,42            | 2343,56               | 70,53                        | 17,309                | 14,780                       | 853,88                                     | 313,47                       | 0,21022                       | 68,88                    |
| 0,45            | 2339,80               | 75,56                        | 18,514                | 14,714                       | 794,75                                     | 312,57                       | 0,20962                       | 73,80                    |
| 0,48            | 2336,04               | 80,60                        | 19,717                | 14,501                       | 735,45                                     | 311,28                       | 0,20692                       | 78,72                    |
| 0,51            | 2332,28               | 85,64                        | 20,916                | 14,170                       | 677,46                                     | 309,99                       | 0,20252                       | 83,64                    |
| 0,54            | 2328,52               | 90,67                        | 22,109                | 13,781                       | 623,32                                     | 308,69                       | 0,19728                       | 88,56                    |
| 0,57            | 2324,76               | 95,71                        | 23,300                | 13,626                       | 584,80                                     | 307,40                       | 0,19538                       | 93,48                    |
| 0,6             | 2321,00               | 100,75                       | 24,488                | 13,479                       | 550,44                                     | 306,10                       | 0,19358                       | 98,40                    |
| 0,63            | 2317,24               | 105,79                       | 25,671                | 13,413                       | 522,49                                     | 305,12                       | 0,19295                       | 103,32                   |
| 0,66            | 2313,48               | 110,82                       | 26,848                | 13,516                       | 503,43                                     | 304,26                       | 0,19474                       | 108,24                   |
| 0,69            | 2309,72               | 115,86                       | 28,023                | 13,612                       | 485,74                                     | 303,22                       | 0,19645                       | 113,16                   |
| 0,72            | 2305,96               | 120,90                       | 29,195                | 13,744                       | 470,77                                     | 302,13                       | 0,19867                       | 118,08                   |
| 0,75            | 2302,20               | 125,93                       | 30,360                | 13,877                       | 457,08                                     | 301,54                       | 0,20092                       | 123,00                   |
| 0,78            | 2298,44               | 130,97                       | 31,523                | 14,048                       | 445,64                                     | 300,55                       | 0,20373                       | 127,92                   |
| 0,81            | 2294,68               | 136,01                       | 32,683                | 14,189                       | 434,14                                     | 299,76                       | 0,20611                       | 132,84                   |
| 0,84            | 2290,92               | 141,04                       | 33,836                | 14,302                       | 422,68                                     | 298,94                       | 0,20810                       | 137,76                   |
| 0,87            | 2287,16               | 146,08                       | 34,988                | 14,391                       | 411,32                                     | 298,58                       | 0,20974                       | 142,68                   |
| 0,9             | 2283,40               | 151,12                       | 36,135                | 14,457                       | 400,08                                     | 298,00                       | 0,21104                       | 147,60                   |
| 0,93            | 2279,64               | 156,15                       | 37,277                | 14,505                       | 389,12                                     | 297,37                       | 0,21209                       | 152,52                   |
| 0,96            | 2275,88               | 161,19                       | 38,416                | 14,537                       | 378,41                                     | 297,00                       | 0,21291                       | 157,44                   |
| 0,99            | 2272,12               | 166,23                       | 39,552                | 14,553                       | 367,95                                     | 296,42                       | 0,21350                       | 162,36                   |
| 1,02            | 2268,80               | 171,27                       | 40,692                | 14,558                       | 357,76                                     | 296,00                       | 0,21389                       | 167,28                   |
| 1,05            | 2265,70               | 176,30                       | 41,830                | 14,552                       | 347,89                                     | 295,56                       | 0,21409                       | 172,20                   |
| 1,08            | 2262,50               | 181,34                       | 42,965                | 14,538                       | 338,37                                     | 295,00                       | 0,21419                       | 177,12                   |
| 1,11            | 2258,80               | 186,38                       | 44,087                | 14,517                       | 329,28                                     | 294,44                       | 0,21423                       | 182,04                   |
| 1,14            | 2254,60               | 191,41                       | 45,192                | 14,491                       | 320,65                                     | 293,83                       | 0,21424                       | 186,96                   |
| 1,17            | 2250,00               | 196,45                       | 46,287                | 14,462                       | 312,44                                     | 293,40                       | 0,21425                       | 191,88                   |

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормаза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1,2             | 2243,70               | 201,49                       | 47,342                | 14,428                       | 304,76                                     | 292,89                       | 0,21435                       | 196,80                   |
| 1,23            | 2237,80               | 206,52                       | 48,396                | 14,394                       | 297,42                                     | 292,29                       | 0,21441                       | 201,72                   |
| 1,26            | 2231,50               | 211,56                       | 49,438                | 14,358                       | 290,43                                     | 291,73                       | 0,21447                       | 206,64                   |
| 1,29            | 2225,90               | 216,60                       | 50,489                | 14,322                       | 283,67                                     | 291,11                       | 0,21448                       | 211,56                   |
| 1,32            | 2221,70               | 221,63                       | 51,564                | 14,286                       | 277,06                                     | 290,36                       | 0,21434                       | 216,48                   |
| 1,35            | 2216,50               | 226,67                       | 52,613                | 14,252                       | 270,89                                     | 290,21                       | 0,21433                       | 221,40                   |
| 1,38            | 2213,80               | 234,20                       | 54,294                | 14,218                       | 261,87                                     | 290,12                       | 0,21408                       | 226,32                   |
| 1,41            | 2213,30               | 239,00                       | 55,395                | 14,186                       | 256,09                                     | 290,31                       | 0,21365                       | 231,24                   |
| 1,44            | 2213,70               | 241,80                       | 56,054                | 14,156                       | 252,54                                     | 290,52                       | 0,21316                       | 236,16                   |
| 1,47            | 2213,80               | 244,80                       | 56,752                | 14,127                       | 248,93                                     | 290,57                       | 0,21271                       | 241,08                   |
| 1,5             | 2214,30               | 246,90                       | 57,251                | 14,101                       | 246,30                                     | 290,72                       | 0,21227                       | 246,00                   |
| 1,53            | 2214,40               | 248,40                       | 57,602                | 14,077                       | 244,38                                     | 290,77                       | 0,21190                       | 244,12                   |
| 1,56            | 2214,40               | 249,70                       | 57,903                | 14,055                       | 242,73                                     | 290,82                       | 0,21157                       | 244,12                   |
| 1,59            | 2214,70               | 250,70                       | 58,143                | 14,036                       | 241,40                                     | 290,97                       | 0,21126                       | 244,12                   |
| 1,62            | 2215,30               | 251,50                       | 58,344                | 14,018                       | 240,26                                     | 291,07                       | 0,21093                       | 244,12                   |
| 1,65            | 2216,50               | 251,60                       | 58,399                | 14,002                       | 239,76                                     | 291,17                       | 0,21057                       | 244,12                   |
| 1,68            | 2216,90               | 251,60                       | 58,410                | 13,989                       | 239,50                                     | 291,22                       | 0,21034                       | 244,12                   |
| 1,71            | 2217,50               | 251,30                       | 58,356                | 13,976                       | 239,50                                     | 291,28                       | 0,21009                       | 244,12                   |
| 1,74            | 2218,30               | 250,40                       | 58,168                | 13,967                       | 240,12                                     | 291,22                       | 0,20988                       | 244,12                   |
| 1,77            | 2219,20               | 249,60                       | 58,006                | 13,957                       | 240,61                                     | 291,32                       | 0,20964                       | 244,12                   |
| 1,8             | 2220,00               | 247,60                       | 57,562                | 13,950                       | 242,35                                     | 291,18                       | 0,20946                       | 244,12                   |
| 1,83            | 2221,11               | 245,00                       | 56,986                | 13,944                       | 244,69                                     | 291,33                       | 0,20926                       | 244,12                   |
| 1,86            | 2221,61               | 242,60                       | 56,440                | 13,940                       | 246,99                                     | 291,30                       | 0,20916                       | 244,12                   |
| 1,89            | 2222,11               | 240,30                       | 55,918                | 13,935                       | 249,21                                     | 291,39                       | 0,20904                       | 244,12                   |
| 1,92            | 2222,61               | 237,80                       | 55,348                | 13,932                       | 251,72                                     | 291,50                       | 0,20894                       | 244,12                   |
| 1,95            | 2223,11               | 235,30                       | 54,779                | 13,930                       | 254,30                                     | 291,53                       | 0,20887                       | 244,12                   |
| 1,98            | 2223,61               | 234,40                       | 54,581                | 13,929                       | 255,20                                     | 291,57                       | 0,20880                       | 244,12                   |
| 2,01            | 2224,11               | 233,50                       | 54,384                | 13,929                       | 256,12                                     | 291,58                       | 0,20876                       | 244,12                   |
| 2,04            | 2224,61               | 233,50                       | 54,396                | 13,928                       | 256,05                                     | 291,55                       | 0,20870                       | 244,12                   |
| 2,07            | 2225,11               | 233,90                       | 54,502                | 13,929                       | 255,57                                     | 291,60                       | 0,20866                       | 244,12                   |
| 2,1             | 2225,61               | 234,30                       | 54,607                | 13,929                       | 255,08                                     | 291,68                       | 0,20862                       | 244,12                   |
| 2,13            | 2226,11               | 235,10                       | 54,806                | 13,930                       | 254,17                                     | 291,77                       | 0,20859                       | 244,12                   |
| 2,16            | 2226,61               | 236,20                       | 55,075                | 13,931                       | 252,95                                     | 291,88                       | 0,20855                       | 244,12                   |
| 2,19            | 2227,11               | 237,50                       | 55,390                | 13,932                       | 251,52                                     | 291,92                       | 0,20852                       | 244,12                   |
| 2,22            | 2227,61               | 239,10                       | 55,776                | 13,934                       | 249,82                                     | 291,99                       | 0,20850                       | 244,12                   |
| 2,25            | 2228,11               | 240,20                       | 56,045                | 13,935                       | 248,64                                     | 292,03                       | 0,20847                       | 244,12                   |
| 2,28            | 2228,61               | 241,60                       | 56,384                | 13,937                       | 247,18                                     | 292,19                       | 0,20846                       | 244,12                   |
| 2,31            | 2229,11               | 242,80                       | 56,677                | 13,938                       | 245,92                                     | 292,24                       | 0,20842                       | 244,12                   |
| 2,34            | 2229,61               | 244,40                       | 57,064                | 13,941                       | 244,31                                     | 292,34                       | 0,20842                       | 244,12                   |
| 2,37            | 2230,11               | 245,80                       | 57,403                | 13,942                       | 242,88                                     | 292,49                       | 0,20839                       | 244,12                   |
| 2,4             | 2231,10               | 246,80                       | 57,662                | 13,944                       | 241,82                                     | 292,49                       | 0,20833                       | 244,12                   |
| 2,43            | 2232,20               | 247,50                       | 57,854                | 13,945                       | 241,04                                     | 292,64                       | 0,20824                       | 244,12                   |
| 2,46            | 2232,90               | 248,10                       | 58,013                | 13,946                       | 240,39                                     | 292,74                       | 0,20819                       | 244,12                   |
| 2,49            | 2234,10               | 248,40                       | 58,114                | 13,947                       | 239,99                                     | 292,89                       | 0,20809                       | 244,12                   |
| 2,52            | 2234,80               | 248,10                       | 58,062                | 13,948                       | 240,22                                     | 293,00                       | 0,20804                       | 244,12                   |
| 2,55            | 2235,30               | 247,50                       | 57,935                | 13,949                       | 240,77                                     | 293,10                       | 0,20801                       | 244,12                   |
| 2,58            | 2236,10               | 246,90                       | 57,815                | 13,950                       | 241,29                                     | 293,40                       | 0,20795                       | 244,12                   |

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормаза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 2,61            | 2236,60               | 245,30                       | 57,453                | 13,951                       | 242,82                                     | 293,76                       | 0,20792                       | 244,12                   |
| 2,64            | 2236,80               | 243,40                       | 57,013                | 13,952                       | 244,71                                     | 293,81                       | 0,20792                       | 244,12                   |
| 2,67            | 2236,80               | 241,60                       | 56,592                | 13,952                       | 246,54                                     | 293,91                       | 0,20792                       | 244,12                   |
| 2,7             | 2237,00               | 240,00                       | 56,222                | 13,953                       | 248,18                                     | 294,06                       | 0,20791                       | 244,12                   |
| 2,73            | 2236,80               | 238,70                       | 55,912                | 13,954                       | 249,57                                     | 294,26                       | 0,20795                       | 244,12                   |
| 2,76            | 2236,40               | 237,70                       | 55,668                | 13,954                       | 250,66                                     | 294,41                       | 0,20798                       | 244,12                   |
| 2,79            | 2235,50               | 237,40                       | 55,576                | 13,954                       | 251,08                                     | 294,67                       | 0,20807                       | 244,12                   |
| 2,82            | 2235,60               | 238,20                       | 55,765                | 13,955                       | 250,24                                     | 294,62                       | 0,20807                       | 244,12                   |
| 2,85            | 2234,30               | 237,80                       | 55,639                | 13,955                       | 250,81                                     | 294,41                       | 0,20819                       | 244,12                   |
| 2,88            | 2234,00               | 238,30                       | 55,749                | 13,955                       | 250,32                                     | 293,96                       | 0,20822                       | 244,12                   |
| 2,91            | 2233,40               | 239,40                       | 55,991                | 13,955                       | 249,24                                     | 293,50                       | 0,20828                       | 244,12                   |
| 2,94            | 2232,80               | 240,70                       | 56,280                | 13,955                       | 247,96                                     | 293,00                       | 0,20833                       | 244,12                   |
| 2,97            | 2232,01               | 242,10                       | 56,587                | 13,955                       | 246,61                                     | 292,79                       | 0,20841                       | 244,12                   |
| 3               | 2231,61               | 244,10                       | 57,045                | 13,955                       | 244,63                                     | 292,44                       | 0,20844                       | 244,12                   |
| 3,03            | 2230,70               | 245,40                       | 57,325                | 13,955                       | 243,44                                     | 292,09                       | 0,20853                       | 244,12                   |
| 3,06            | 2230,30               | 247,00                       | 57,688                | 13,955                       | 241,90                                     | 291,88                       | 0,20857                       | 244,12                   |
| 3,09            | 2228,80               | 247,60                       | 57,790                | 13,955                       | 241,48                                     | 291,68                       | 0,20871                       | 244,12                   |
| 3,12            | 2228,20               | 247,60                       | 57,774                | 13,955                       | 241,54                                     | 291,53                       | 0,20876                       | 244,12                   |
| 3,15            | 2227,00               | 247,30                       | 57,673                | 13,955                       | 241,97                                     | 291,12                       | 0,20888                       | 244,12                   |
| 3,18            | 2226,00               | 247,00                       | 57,577                | 13,955                       | 242,37                                     | 290,92                       | 0,20897                       | 244,12                   |
| 3,21            | 2225,40               | 246,70                       | 57,492                | 13,955                       | 242,73                                     | 290,92                       | 0,20903                       | 244,12                   |
| 3,24            | 2225,30               | 246,50                       | 57,443                | 13,955                       | 242,94                                     | 291,22                       | 0,20904                       | 244,12                   |
| 3,27            | 2226,10               | 245,60                       | 57,253                | 13,955                       | 243,74                                     | 291,58                       | 0,20896                       | 244,12                   |
| 3,3             | 2227,30               | 244,80                       | 57,098                | 13,955                       | 244,41                                     | 291,93                       | 0,20885                       | 244,12                   |
| 3,33            | 2228,20               | 244,74                       | 57,107                | 13,955                       | 244,37                                     | 292,24                       | 0,20876                       | 244,12                   |
| 3,36            | 2229,40               | 244,68                       | 57,124                | 13,955                       | 244,30                                     | 292,54                       | 0,20865                       | 244,12                   |
| 3,39            | 2229,50               | 244,62                       | 57,112                | 13,955                       | 244,34                                     | 292,59                       | 0,20864                       | 244,12                   |
| 3,42            | 2229,80               | 244,56                       | 57,106                | 13,955                       | 244,37                                     | 292,71                       | 0,20861                       | 244,12                   |
| 3,45            | 2230,41               | 244,50                       | 57,107                | 13,955                       | 244,36                                     | 292,64                       | 0,20856                       | 244,12                   |
| 3,48            | 2230,61               | 244,44                       | 57,098                | 13,955                       | 244,40                                     | 292,63                       | 0,20854                       | 244,12                   |
| 3,51            | 2230,81               | 244,38                       | 57,090                | 13,955                       | 244,44                                     | 292,64                       | 0,20852                       | 244,12                   |
| 3,54            | 2231,01               | 244,32                       | 57,081                | 13,955                       | 244,48                                     | 292,70                       | 0,20850                       | 244,12                   |
| 3,57            | 2231,21               | 244,26                       | 57,072                | 13,955                       | 244,52                                     | 292,71                       | 0,20848                       | 244,12                   |
| 3,6             | 2231,41               | 244,20                       | 57,063                | 13,955                       | 244,55                                     | 292,62                       | 0,20846                       | 244,12                   |
| 3,63            | 2231,61               | 244,14                       | 57,054                | 13,955                       | 244,59                                     | 292,54                       | 0,20844                       | 244,12                   |
| 3,66            | 2231,81               | 244,08                       | 57,045                | 13,954                       | 244,61                                     | 292,44                       | 0,20841                       | 244,12                   |
| 3,69            | 2231,76               | 244,02                       | 57,030                | 13,954                       | 244,68                                     | 292,30                       | 0,20842                       | 244,12                   |
| 3,72            | 2231,71               | 243,96                       | 57,014                | 13,954                       | 244,74                                     | 292,26                       | 0,20842                       | 244,12                   |
| 3,75            | 2231,66               | 243,90                       | 56,999                | 13,954                       | 244,81                                     | 292,29                       | 0,20842                       | 244,12                   |
| 3,78            | 2231,61               | 243,84                       | 56,984                | 13,954                       | 244,88                                     | 292,36                       | 0,20843                       | 244,12                   |
| 3,81            | 2231,56               | 243,78                       | 56,969                | 13,954                       | 244,94                                     | 292,46                       | 0,20843                       | 244,12                   |
| 3,84            | 2231,51               | 243,72                       | 56,953                | 13,954                       | 245,01                                     | 292,51                       | 0,20844                       | 244,12                   |
| 3,87            | 2231,46               | 243,66                       | 56,938                | 13,954                       | 245,07                                     | 292,53                       | 0,20844                       | 244,12                   |
| 3,9             | 2231,41               | 243,60                       | 56,923                | 13,954                       | 245,14                                     | 292,54                       | 0,20845                       | 244,12                   |
| 3,93            | 2231,36               | 243,54                       | 56,907                | 13,954                       | 245,21                                     | 292,47                       | 0,20845                       | 244,12                   |
| 3,96            | 2231,31               | 243,48                       | 56,892                | 13,954                       | 245,27                                     | 292,41                       | 0,20846                       | 244,12                   |
| 3,99            | 2231,26               | 243,42                       | 56,877                | 13,954                       | 245,34                                     | 292,35                       | 0,20846                       | 244,12                   |

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормаза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 4,02            | 2231,21               | 243,36                       | 56,861                | 13,954                       | 245,40                                     | 292,33                       | 0,20847                       | 244,12                   |
| 4,05            | 2231,16               | 243,30                       | 56,846                | 13,954                       | 245,47                                     | 292,36                       | 0,20847                       | 244,12                   |
| 4,08            | 2231,11               | 243,24                       | 56,831                | 13,954                       | 245,54                                     | 292,45                       | 0,20848                       | 244,12                   |
| 4,11            | 2231,06               | 243,18                       | 56,816                | 13,954                       | 245,60                                     | 292,48                       | 0,20848                       | 244,12                   |
| 4,14            | 2231,01               | 243,12                       | 56,800                | 13,955                       | 245,69                                     | 292,47                       | 0,20850                       | 244,12                   |
| 4,17            | 2230,96               | 243,06                       | 56,785                | 13,957                       | 245,79                                     | 292,40                       | 0,20854                       | 244,12                   |
| 4,2             | 2230,91               | 243,12                       | 56,798                | 13,961                       | 245,80                                     | 292,30                       | 0,20860                       | 244,12                   |
| 4,23            | 2230,86               | 243,18                       | 56,811                | 13,967                       | 245,85                                     | 292,22                       | 0,20869                       | 244,12                   |
| 4,26            | 2230,81               | 243,24                       | 56,823                | 13,973                       | 245,90                                     | 292,16                       | 0,20879                       | 244,12                   |
| 4,29            | 2230,76               | 243,30                       | 56,836                | 13,980                       | 245,97                                     | 292,15                       | 0,20890                       | 244,12                   |
| 4,32            | 2230,71               | 243,36                       | 56,849                | 13,989                       | 246,07                                     | 292,21                       | 0,20904                       | 244,12                   |
| 4,35            | 2230,66               | 243,42                       | 56,861                | 13,997                       | 246,16                                     | 292,30                       | 0,20916                       | 244,12                   |
| 4,38            | 2230,61               | 243,48                       | 56,874                | 14,005                       | 246,25                                     | 292,32                       | 0,20929                       | 244,12                   |
| 4,41            | 2230,56               | 243,54                       | 56,887                | 14,014                       | 246,35                                     | 292,34                       | 0,20942                       | 244,12                   |
| 4,44            | 2230,51               | 243,60                       | 56,900                | 14,022                       | 246,43                                     | 292,31                       | 0,20955                       | 244,12                   |
| 4,47            | 2230,46               | 243,66                       | 56,912                | 14,029                       | 246,50                                     | 292,30                       | 0,20966                       | 244,12                   |
| 4,5             | 2230,41               | 243,72                       | 56,925                | 14,038                       | 246,60                                     | 292,29                       | 0,20980                       | 244,12                   |
| 4,53            | 2230,36               | 243,78                       | 56,938                | 14,045                       | 246,67                                     | 292,25                       | 0,20991                       | 244,12                   |
| 4,56            | 2230,31               | 243,84                       | 56,951                | 14,051                       | 246,72                                     | 292,18                       | 0,21000                       | 244,12                   |
| 4,59            | 2230,26               | 243,90                       | 56,963                | 14,058                       | 246,79                                     | 292,15                       | 0,21011                       | 244,12                   |
| 4,62            | 2230,21               | 243,96                       | 56,976                | 14,064                       | 246,84                                     | 292,10                       | 0,21020                       | 244,12                   |
| 4,65            | 2230,16               | 244,02                       | 56,989                | 14,069                       | 246,87                                     | 292,05                       | 0,21028                       | 244,12                   |
| 4,68            | 2230,11               | 244,08                       | 57,002                | 14,074                       | 246,91                                     | 292,09                       | 0,21036                       | 244,12                   |
| 4,71            | 2230,06               | 244,14                       | 57,014                | 14,078                       | 246,92                                     | 292,09                       | 0,21043                       | 244,12                   |
| 4,74            | 2230,01               | 244,20                       | 57,027                | 14,083                       | 246,95                                     | 292,10                       | 0,21051                       | 244,12                   |
| 4,77            | 2229,96               | 244,26                       | 57,040                | 14,086                       | 246,95                                     | 292,06                       | 0,21056                       | 244,12                   |
| 4,8             | 2229,91               | 244,32                       | 57,053                | 14,089                       | 246,95                                     | 292,03                       | 0,21061                       | 244,12                   |
| 4,83            | 2229,86               | 244,38                       | 57,065                | 14,092                       | 246,95                                     | 292,00                       | 0,21066                       | 244,12                   |
| 4,86            | 2229,81               | 244,44                       | 57,078                | 14,094                       | 246,93                                     | 292,01                       | 0,21069                       | 244,12                   |
| 4,89            | 2229,76               | 244,50                       | 57,091                | 14,095                       | 246,89                                     | 292,01                       | 0,21071                       | 244,12                   |
| 4,92            | 2229,71               | 244,56                       | 57,103                | 14,095                       | 246,83                                     | 292,05                       | 0,21071                       | 244,12                   |
| 4,95            | 2229,76               | 244,62                       | 57,119                | 14,092                       | 246,71                                     | 292,06                       | 0,21067                       | 244,12                   |
| 4,98            | 2229,81               | 244,68                       | 57,134                | 14,088                       | 246,58                                     | 291,96                       | 0,21060                       | 244,12                   |
| 5,01            | 2229,86               | 244,74                       | 57,149                | 14,082                       | 246,41                                     | 292,00                       | 0,21051                       | 244,12                   |

## Сброс нагрузки

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормаза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 0,00            | 2228,80               | 244,80                       | 57,136                | 14,194                       | 248,42                                     | 294,380                      | 0,21228                       | 246,80                   |
| 0,03            | 2229,30               | 244,70                       | 57,126                | 14,214                       | 248,82                                     | 294,380                      | 0,21253                       | 241,94                   |
| 0,06            | 2229,20               | 242,00                       | 56,493                | 14,19                        | 251,18                                     | 294,310                      | 0,21218                       | 237,08                   |
| 0,09            | 2229,30               | 238,90                       | 55,772                | 14,199                       | 254,59                                     | 294,310                      | 0,21231                       | 232,22                   |
| 0,12            | 2229,20               | 234,20                       | 54,672                | 14,19                        | 259,55                                     | 294,380                      | 0,21218                       | 227,36                   |
| 0,15            | 2229,00               | 228,80                       | 53,407                | 14,16                        | 265,14                                     | 294,380                      | 0,21175                       | 222,50                   |
| 0,18            | 2228,80               | 223,50                       | 52,165                | 14,112                       | 270,53                                     | 294,760                      | 0,21106                       | 217,64                   |
| 0,21            | 2229,80               | 217,90                       | 50,881                | 13,62                        | 267,69                                     | 295,320                      | 0,20361                       | 212,78                   |
| 0,24            | 2230,50               | 213,30                       | 49,822                | 12,94                        | 259,72                                     | 296,080                      | 0,19338                       | 207,92                   |
| 0,27            | 2231,60               | 209,50                       | 48,959                | 12,42                        | 253,68                                     | 296,740                      | 0,18552                       | 203,06                   |
| 0,30            | 2232,40               | 204,40                       | 47,784                | 11,92                        | 249,46                                     | 297,480                      | 0,17798                       | 198,20                   |
| 0,33            | 2233,80               | 199,30                       | 46,621                | 11,48                        | 246,24                                     | 297,980                      | 0,17131                       | 193,34                   |
| 0,36            | 2234,50               | 196,00                       | 45,863                | 11,25                        | 245,29                                     | 298,260                      | 0,16782                       | 188,48                   |
| 0,39            | 2235,50               | 191,00                       | 44,713                | 10,81                        | 241,76                                     | 298,870                      | 0,16119                       | 183,62                   |
| 0,42            | 2236,10               | 185,90                       | 43,531                | 10,11                        | 232,25                                     | 299,270                      | 0,15071                       | 178,76                   |
| 0,45            | 2236,70               | 177,60                       | 41,599                | 9,29                         | 223,32                                     | 299,730                      | 0,13845                       | 173,90                   |
| 0,48            | 2238,00               | 172,80                       | 40,498                | 8,46                         | 208,90                                     | 300,180                      | 0,12601                       | 169,04                   |
| 0,51            | 2239,20               | 167,80                       | 39,347                | 7,19                         | 182,73                                     | 300,890                      | 0,10703                       | 164,18                   |
| 0,54            | 2240,90               | 163,60                       | 38,391                | 6,19                         | 161,23                                     | 301,700                      | 0,09208                       | 159,32                   |
| 0,57            | 2242,60               | 160,00                       | 37,575                | 5,64                         | 150,10                                     | 302,260                      | 0,08383                       | 154,46                   |
| 0,60            | 2244,20               | 155,20                       | 36,474                | 5,15                         | 141,20                                     | 302,510                      | 0,07649                       | 149,60                   |
| 0,63            | 2245,60               | 149,60                       | 35,180                | 4,78                         | 135,87                                     | 302,980                      | 0,07095                       | 144,74                   |
| 0,66            | 2246,50               | 144,50                       | 33,994                | 4,34                         | 127,67                                     | 303,170                      | 0,06440                       | 139,88                   |
| 0,69            | 2247,90               | 139,40                       | 32,815                | 3,73                         | 113,67                                     | 303,880                      | 0,05531                       | 135,02                   |
| 0,72            | 2248,90               | 134,50                       | 31,675                | 3,4                          | 107,34                                     | 304,480                      | 0,05040                       | 130,16                   |
| 0,75            | 2251,50               | 129,80                       | 30,604                | 3,29                         | 107,50                                     | 305,240                      | 0,04871                       | 125,30                   |
| 0,78            | 2253,10               | 124,00                       | 29,257                | 3,18                         | 108,69                                     | 305,800                      | 0,04705                       | 120,44                   |
| 0,81            | 2255,70               | 116,70                       | 27,566                | 3,14                         | 113,91                                     | 306,260                      | 0,04640                       | 115,58                   |
| 0,84            | 2259,10               | 111,30                       | 26,331                | 3,15                         | 119,63                                     | 306,660                      | 0,04648                       | 110,72                   |
| 0,87            | 2262,10               | 104,60                       | 24,778                | 3,16                         | 127,53                                     | 307,060                      | 0,04656                       | 105,86                   |
| 0,90            | 2267,20               | 99,10                        | 23,528                | 3,15                         | 133,88                                     | 307,480                      | 0,04631                       | 101,00                   |
| 0,93            | 2272,70               | 94,20                        | 22,419                | 3,18                         | 141,84                                     | 307,770                      | 0,04664                       | 96,14                    |
| 0,96            | 2278,80               | 90,40                        | 21,573                | 3,22                         | 149,26                                     | 308,130                      | 0,04710                       | 91,28                    |
| 0,99            | 2285,70               | 87,10                        | 20,848                | 3,28                         | 157,33                                     | 308,790                      | 0,04783                       | 86,42                    |
| 1,02            | 2291,80               | 83,30                        | 19,992                | 3,319                        | 166,02                                     | 309,480                      | 0,04827                       | 81,56                    |
| 1,05            | 2299,50               | 79,00                        | 19,023                | 3,38                         | 177,68                                     | 310,150                      | 0,04900                       | 76,70                    |
| 1,08            | 2305,60               | 73,50                        | 17,746                | 3,41                         | 192,16                                     | 310,660                      | 0,04930                       | 71,84                    |
| 1,11            | 2311,50               | 66,70                        | 16,145                | 3,5                          | 216,78                                     | 311,160                      | 0,05047                       | 66,98                    |
| 1,14            | 2316,70               | 60,60                        | 14,702                | 3,58                         | 243,51                                     | 311,570                      | 0,05151                       | 62,12                    |
| 1,17            | 2322,00               | 54,60                        | 13,276                | 3,71                         | 279,44                                     | 311,980                      | 0,05326                       | 57,26                    |
| 1,20            | 2326,90               | 49,50                        | 12,062                | 3,84                         | 318,36                                     | 312,230                      | 0,05501                       | 52,40                    |
| 1,23            | 2331,30               | 46,30                        | 11,303                | 3,94                         | 348,57                                     | 312,780                      | 0,05633                       | 47,54                    |
| 1,26            | 2340,70               | 42,10                        | 10,319                | 4,09                         | 396,34                                     | 313,390                      | 0,05824                       | 42,68                    |
| 1,29            | 2346,70               | 37,40                        | 9,191                 | 4,19                         | 455,89                                     | 313,980                      | 0,05952                       | 37,82                    |

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормазы,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1,32            | 2352,10               | 31,00                        | 7,636                 | 4,25                         | 556,60                                     | 314,480                      | 0,06023                       | 32,96                    |
| 1,35            | 2357,10               | 23,40                        | 5,776                 | 4,23                         | 732,35                                     | 314,980                      | 0,05982                       | 28,10                    |
| 1,38            | 2360,80               | 16,00                        | 3,956                 | 4,09                         | 1033,99                                    | 315,480                      | 0,05775                       | 23,24                    |
| 1,41            | 2367,50               | 10,10                        | 2,504                 | 3,96                         | 1581,45                                    | 316,480                      | 0,05576                       | 18,38                    |
| 1,44            | 2372,90               | 5,60                         | 1,392                 | 3,81                         | 2737,97                                    | 317,690                      | 0,05352                       | 13,52                    |
| 1,47            | 2378,40               | 2,90                         | 0,722                 | 3,71                         | 5136,44                                    | 319,000                      | 0,05200                       | 8,66                     |
| 1,50            | 2386,80               | 1,40                         | 0,350                 | 3,56                         | 10173,66                                   | 321,940                      | 0,04972                       | 3,80                     |
| 1,53            | 2387,90               | 1,34                         | 0,335                 | 3,55                         | 10594,46                                   | 322,800                      | 0,04956                       | 0,00                     |
| 1,56            | 2395,90               | 1,60                         | 0,401                 | 3,45                         | 8594,13                                    | 325,440                      | 0,04800                       | 0,00                     |
| 1,59            | 2399,30               | 2,20                         | 0,553                 | 3,43                         | 6205,24                                    | 326,650                      | 0,04765                       | 0,00                     |
| 1,62            | 2405,70               | 2,50                         | 0,630                 | 3,4                          | 5398,45                                    | 328,930                      | 0,04711                       | 0,00                     |
| 1,65            | 2410,40               | 3,40                         | 0,858                 | 3,38                         | 3938,40                                    | 330,500                      | 0,04674                       | 0,00                     |
| 1,68            | 2411,80               | 3,80                         | 0,960                 | 3,387                        | 3529,08                                    | 330,900                      | 0,04681                       | 0,00                     |
| 1,71            | 2412,50               | 4,70                         | 1,187                 | 3,406                        | 2868,47                                    | 331,200                      | 0,04706                       | 0,00                     |
| 1,74            | 2413,30               | 6,70                         | 1,693                 | 3,425                        | 2022,77                                    | 331,360                      | 0,04731                       | 0,00                     |
| 1,77            | 2413,30               | 8,30                         | 2,098                 | 3,445                        | 1642,37                                    | 331,410                      | 0,04758                       | 0,00                     |
| 1,80            | 2413,30               | 9,80                         | 2,477                 | 3,464                        | 1398,66                                    | 331,040                      | 0,04785                       | 0,00                     |
| 1,83            | 2412,80               | 10,70                        | 2,704                 | 3,484                        | 1288,68                                    | 330,190                      | 0,04813                       | 0,00                     |
| 1,86            | 2411,90               | 10,70                        | 2,703                 | 3,503                        | 1296,19                                    | 329,030                      | 0,04841                       | 0,00                     |
| 1,89            | 2410,10               | 8,90                         | 2,246                 | 3,522                        | 1567,96                                    | 327,660                      | 0,04871                       | 0,00                     |
| 1,92            | 2407,10               | 6,50                         | 1,638                 | 3,542                        | 2161,78                                    | 326,300                      | 0,04905                       | 0,00                     |
| 1,95            | 2403,50               | 3,40                         | 0,856                 | 3,561                        | 4161,22                                    | 325,230                      | 0,04939                       | 0,00                     |
| 1,98            | 2399,80               | 1,80                         | 0,452                 | 3,581                        | 7916,41                                    | 324,270                      | 0,04974                       | 0,00                     |
| 2,01            | 2395,80               | 1,15                         | 0,289                 | 3,6                          | 12477,44                                   | 323,770                      | 0,05009                       | 0,00                     |
| 2,04            | 2392,20               | 1,16                         | 0,291                 | 3,62                         | 12457,32                                   | 322,960                      | 0,05044                       | 0,00                     |
| 2,07            | 2389,30               | 1,80                         | 0,450                 | 3,639                        | 8079,98                                    | 322,600                      | 0,05077                       | 0,00                     |
| 2,10            | 2387,70               | 2,20                         | 0,550                 | 3,658                        | 6649,86                                    | 322,400                      | 0,05107                       | 0,00                     |
| 2,13            | 2385,70               | 2,90                         | 0,725                 | 3,678                        | 5076,56                                    | 321,890                      | 0,05139                       | 0,00                     |
| 2,16            | 2384,50               | 3,60                         | 0,899                 | 3,697                        | 4112,64                                    | 321,340                      | 0,05168                       | 0,00                     |
| 2,19            | 2383,10               | 4,20                         | 1,048                 | 3,72                         | 3549,14                                    | 320,780                      | 0,05203                       | 0,00                     |
| 2,22            | 2382,50               | 4,70                         | 1,173                 | 3,76                         | 3206,48                                    | 320,480                      | 0,05261                       | 0,00                     |
| 2,25            | 2382,00               | 5,80                         | 1,447                 | 3,81                         | 2633,46                                    | 320,070                      | 0,05332                       | 0,00                     |
| 2,28            | 2381,70               | 6,70                         | 1,671                 | 3,86                         | 2309,92                                    | 319,560                      | 0,05402                       | 0,00                     |
| 2,31            | 2381,00               | 8,00                         | 1,995                 | 3,89                         | 1950,17                                    | 319,210                      | 0,05446                       | 0,00                     |
| 2,34            | 2381,00               | 8,10                         | 2,020                 | 3,93                         | 1945,90                                    | 318,960                      | 0,05502                       | 0,00                     |
| 2,37            | 2380,80               | 8,30                         | 2,069                 | 3,94                         | 1904,00                                    | 318,700                      | 0,05516                       | 0,00                     |
| 2,40            | 2381,40               | 8,10                         | 2,020                 | 3,96                         | 1960,42                                    | 318,490                      | 0,05543                       | 0,00                     |
| 2,43            | 2381,80               | 7,10                         | 1,771                 | 3,96                         | 2236,16                                    | 318,700                      | 0,05542                       | 0,00                     |
| 2,46            | 2382,30               | 5,80                         | 1,447                 | 3,94                         | 2722,97                                    | 319,180                      | 0,05513                       | 0,00                     |
| 2,49            | 2382,90               | 4,50                         | 1,123                 | 3,88                         | 3455,29                                    | 319,630                      | 0,05428                       | 0,00                     |
| 2,52            | 2383,80               | 3,40                         | 0,849                 | 3,83                         | 4512,54                                    | 320,550                      | 0,05356                       | 0,00                     |
| 2,55            | 2385,40               | 2,70                         | 0,674                 | 3,76                         | 5574,86                                    | 321,540                      | 0,05254                       | 0,00                     |
| 2,58            | 2388,40               | 1,10                         | 0,275                 | 3,739                        | 13590,24                                   | 322,220                      | 0,05218                       | 0,00                     |
| 2,61            | 2391,10               | 0,50                         | 0,125                 | 3,717                        | 29689,04                                   | 323,210                      | 0,05182                       | 0,00                     |
| 2,64            | 2394,00               | 0,50                         | 0,125                 | 3,696                        | 29485,55                                   | 324,000                      | 0,05146                       | 0,00                     |
| 2,67            | 2396,70               | 0,90                         | 0,226                 | 3,675                        | 16269,44                                   | 324,880                      | 0,05111                       | 0,00                     |
| 2,70            | 2399,50               | 2,00                         | 0,503                 | 3,653                        | 7268,93                                    | 325,840                      | 0,05075                       | 0,00                     |

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормаза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 2,73            | 2402,00               | 2,50                         | 0,629                 | 3,632                        | 5775,69                                    | 326,700                      | 0,05040                       | 0,00                     |
| 2,76            | 2404,60               | 3,20                         | 0,806                 | 3,611                        | 4481,32                                    | 327,610                      | 0,05006                       | 0,00                     |
| 2,79            | 2406,60               | 4,20                         | 1,058                 | 3,589                        | 3390,72                                    | 328,270                      | 0,04971                       | 0,00                     |
| 2,82            | 2408,20               | 4,70                         | 1,185                 | 3,568                        | 3010,27                                    | 328,530                      | 0,04939                       | 0,00                     |
| 2,85            | 2408,30               | 4,90                         | 1,236                 | 3,546                        | 2869,48                                    | 328,420                      | 0,04908                       | 0,00                     |
| 2,88            | 2408,30               | 4,20                         | 1,059                 | 3,525                        | 3327,90                                    | 327,910                      | 0,04879                       | 0,00                     |
| 2,91            | 2407,40               | 3,40                         | 0,857                 | 3,504                        | 4087,98                                    | 326,850                      | 0,04852                       | 0,00                     |
| 2,94            | 2405,90               | 2,50                         | 0,630                 | 3,489                        | 5539,30                                    | 325,590                      | 0,04834                       | 0,00                     |
| 2,97            | 2405,40               | 1,40                         | 0,353                 | 3,49                         | 9896,50                                    | 324,420                      | 0,04836                       | 0,00                     |
| 3,00            | 2403,70               | 0,90                         | 0,227                 | 3,531                        | 15586,42                                   | 323,610                      | 0,04897                       | 0,00                     |
| 3,03            | 2401,40               | 0,70                         | 0,176                 | 3,553                        | 20183,85                                   | 322,800                      | 0,04932                       | 0,00                     |
| 3,06            | 2398,50               | 0,30                         | 0,075                 | 3,574                        | 47431,29                                   | 322,040                      | 0,04967                       | 0,00                     |
| 3,09            | 2397,40               | 0,20                         | 0,050                 | 3,596                        | 71617,73                                   | 321,590                      | 0,05000                       | 0,00                     |
| 3,12            | 2396,10               | 0,20                         | 0,050                 | 3,617                        | 72075,05                                   | 321,180                      | 0,05032                       | 0,00                     |
| 3,15            | 2394,60               | 0,20                         | 0,050                 | 3,638                        | 72538,92                                   | 320,730                      | 0,05064                       | 0,00                     |
| 3,18            | 2392,40               | 1,10                         | 0,276                 | 3,66                         | 13280,85                                   | 320,070                      | 0,05099                       | 0,00                     |
| 3,21            | 2390,10               | 1,60                         | 0,400                 | 3,681                        | 9191,81                                    | 319,940                      | 0,05134                       | 0,00                     |
| 3,24            | 2389,50               | 2,00                         | 0,500                 | 3,702                        | 7397,26                                    | 320,000                      | 0,05164                       | 0,00                     |
| 3,27            | 2389,00               | 2,30                         | 0,575                 | 3,724                        | 6471,98                                    | 320,370                      | 0,05196                       | 0,00                     |
| 3,30            | 2390,00               | 2,50                         | 0,626                 | 3,745                        | 5985,29                                    | 321,030                      | 0,05223                       | 0,00                     |
| 3,33            | 2391,90               | 2,70                         | 0,676                 | 3,766                        | 5568,59                                    | 321,890                      | 0,05248                       | 0,00                     |
| 3,36            | 2395,00               | 2,70                         | 0,677                 | 3,788                        | 5593,87                                    | 322,600                      | 0,05272                       | 0,00                     |
| 3,39            | 2399,50               | 2,70                         | 0,678                 | 3,8                          | 5601,06                                    | 323,610                      | 0,05279                       | 0,00                     |
| 3,42            | 2403,40               | 2,30                         | 0,579                 | 3,796                        | 6557,58                                    | 324,730                      | 0,05265                       | 0,00                     |
| 3,45            | 2405,00               | 1,52                         | 0,383                 | 3,793                        | 9908,22                                    | 325,280                      | 0,05257                       | 0,00                     |
| 3,48            | 2404,80               | 1,20                         | 0,302                 | 3,789                        | 12538,22                                   | 325,640                      | 0,05252                       | 0,00                     |
| 3,51            | 2404,00               | 1,10                         | 0,277                 | 3,785                        | 13668,16                                   | 326,090                      | 0,05248                       | 0,00                     |
| 3,54            | 2403,00               | 0,90                         | 0,226                 | 3,781                        | 16694,82                                   | 326,350                      | 0,05245                       | 0,00                     |
| 3,57            | 2401,30               | 0,50                         | 0,126                 | 3,777                        | 30040,14                                   | 326,550                      | 0,05243                       | 0,00                     |
| 3,60            | 2399,00               | 0,70                         | 0,176                 | 3,773                        | 21455,07                                   | 326,300                      | 0,05242                       | 0,00                     |
| 3,63            | 2396,90               | 1,20                         | 0,301                 | 3,769                        | 12513,14                                   | 326,140                      | 0,05241                       | 0,00                     |
| 3,66            | 2395,30               | 2,00                         | 0,502                 | 3,765                        | 7504,93                                    | 325,940                      | 0,05239                       | 0,00                     |
| 3,69            | 2394,50               | 2,20                         | 0,552                 | 3,761                        | 6817,69                                    | 325,740                      | 0,05236                       | 0,00                     |
| 3,72            | 2395,00               | 2,20                         | 0,552                 | 3,758                        | 6810,83                                    | 325,380                      | 0,05230                       | 0,00                     |
| 3,75            | 2396,80               | 2,30                         | 0,577                 | 3,754                        | 6502,88                                    | 324,930                      | 0,05221                       | 0,00                     |
| 3,78            | 2398,80               | 2,00                         | 0,502                 | 3,75                         | 7464,12                                    | 324,220                      | 0,05211                       | 0,00                     |
| 3,81            | 2402,60               | 2,00                         | 0,503                 | 3,746                        | 7444,37                                    | 323,770                      | 0,05197                       | 0,00                     |
| 3,84            | 2403,60               | 1,20                         | 0,302                 | 3,742                        | 12388,87                                   | 323,460                      | 0,05189                       | 0,00                     |
| 3,87            | 2403,00               | 1,10                         | 0,277                 | 3,738                        | 13504,06                                   | 323,110                      | 0,05185                       | 0,00                     |
| 3,90            | 2401,80               | 0,90                         | 0,226                 | 3,734                        | 16495,53                                   | 322,829                      | 0,05182                       | 0,00                     |
| 3,93            | 2400,10               | 0,90                         | 0,226                 | 3,73                         | 16489,53                                   | 322,809                      | 0,05180                       | 0,00                     |
| 3,96            | 2398,30               | 1,20                         | 0,301                 | 3,727                        | 12366,48                                   | 323,160                      | 0,05180                       | 0,00                     |
| 3,99            | 2397,20               | 1,20                         | 0,301                 | 3,723                        | 12358,87                                   | 323,210                      | 0,05177                       | 0,00                     |
| 4,02            | 2398,10               | 1,20                         | 0,301                 | 3,719                        | 12340,96                                   | 323,310                      | 0,05169                       | 0,00                     |
| 4,05            | 2400,90               | 1,52                         | 0,382                 | 3,715                        | 9721,04                                    | 323,610                      | 0,05158                       | 0,00                     |
| 4,08            | 2402,00               | 1,80                         | 0,453                 | 3,711                        | 8196,28                                    | 323,560                      | 0,05150                       | 0,00                     |
| 4,11            | 2401,40               | 2,20                         | 0,553                 | 3,707                        | 6700,49                                    | 323,920                      | 0,05146                       | 0,00                     |

| Время,<br>(t) с | Обороты,<br>(n) мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормаза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 4,14            | 2400,10               | 2,20                         | 0,553                 | 3,703                        | 6696,89                                    | 324,270                      | 0,05143                       | 0,00                     |
| 4,17            | 2399,10               | 2,00                         | 0,502                 | 3,699                        | 7361,69                                    | 324,370                      | 0,05139                       | 0,00                     |
| 4,20            | 2398,80               | 1,52                         | 0,382                 | 3,695                        | 9677,17                                    | 324,420                      | 0,05135                       | 0,00                     |
| 4,23            | 2398,90               | 0,90                         | 0,226                 | 3,692                        | 16329,71                                   | 324,470                      | 0,05130                       | 0,00                     |
| 4,26            | 2399,20               | 1,10                         | 0,276                 | 3,688                        | 13344,53                                   | 324,520                      | 0,05124                       | 0,00                     |
| 4,29            | 2399,50               | 0,90                         | 0,226                 | 3,684                        | 16290,25                                   | 324,470                      | 0,05118                       | 0,00                     |
| 4,32            | 2399,90               | 1,10                         | 0,276                 | 3,68                         | 13311,70                                   | 324,170                      | 0,05111                       | 0,00                     |
| 4,35            | 2400,40               | 1,10                         | 0,277                 | 3,676                        | 13294,46                                   | 323,870                      | 0,05105                       | 0,00                     |
| 4,38            | 2400,60               | 1,52                         | 0,382                 | 3,672                        | 9609,72                                    | 323,560                      | 0,05099                       | 0,00                     |
| 4,41            | 2399,70               | 1,52                         | 0,382                 | 3,668                        | 9602,85                                    | 323,310                      | 0,05095                       | 0,00                     |
| 4,44            | 2399,10               | 1,52                         | 0,382                 | 3,664                        | 9594,78                                    | 323,110                      | 0,05091                       | 0,00                     |
| 4,47            | 2398,40               | 1,20                         | 0,301                 | 3,661                        | 12146,98                                   | 322,960                      | 0,05088                       | 0,00                     |
| 4,50            | 2398,00               | 1,10                         | 0,276                 | 3,657                        | 13238,98                                   | 322,800                      | 0,05083                       | 0,00                     |
| 4,53            | 2398,50               | 0,90                         | 0,226                 | 3,653                        | 16159,91                                   | 322,800                      | 0,05077                       | 0,00                     |
| 4,56            | 2399,00               | 1,10                         | 0,276                 | 3,649                        | 13204,51                                   | 322,850                      | 0,05070                       | 0,00                     |
| 4,59            | 2399,10               | 1,10                         | 0,276                 | 3,645                        | 13189,49                                   | 322,850                      | 0,05064                       | 0,00                     |
| 4,62            | 2399,70               | 1,52                         | 0,382                 | 3,66                         | 9581,91                                    | 322,750                      | 0,05084                       | 0,00                     |
| 4,65            | 2399,90               | 1,52                         | 0,382                 | 3,68                         | 9633,46                                    | 322,850                      | 0,05111                       | 0,00                     |
| 4,68            | 2399,50               | 1,52                         | 0,382                 | 3,68                         | 9635,07                                    | 323,000                      | 0,05112                       | 0,00                     |
| 4,71            | 2399,60               | 1,52                         | 0,382                 | 3,68                         | 9634,67                                    | 322,900                      | 0,05112                       | 0,00                     |
| 4,74            | 2399,10               | 1,52                         | 0,382                 | 3,68                         | 9636,68                                    | 322,960                      | 0,05113                       | 0,00                     |
| 4,77            | 2398,80               | 1,20                         | 0,301                 | 3,68                         | 12207,98                                   | 323,110                      | 0,05114                       | 0,00                     |
| 4,80            | 2398,50               | 1,10                         | 0,276                 | 3,68                         | 13319,47                                   | 323,310                      | 0,05114                       | 0,00                     |
| 4,83            | 2398,50               | 0,90                         | 0,226                 | 3,69                         | 16323,58                                   | 323,460                      | 0,05128                       | 0,00                     |
| 4,86            | 2398,40               | 1,10                         | 0,276                 | 3,71                         | 13428,61                                   | 323,560                      | 0,05156                       | 0,00                     |
| 4,89            | 2398,80               | 0,90                         | 0,226                 | 3,7                          | 16365,77                                   | 323,560                      | 0,05141                       | 0,00                     |
| 4,92            | 2399,10               | 1,40                         | 0,352                 | 3,69                         | 10491,11                                   | 323,560                      | 0,05127                       | 0,00                     |
| 4,95            | 2398,50               | 1,52                         | 0,382                 | 3,69                         | 9665,28                                    | 323,590                      | 0,05128                       | 0,00                     |
| 4,98            | 2398,70               | 1,52                         | 0,382                 | 3,69                         | 9664,47                                    | 323,610                      | 0,05128                       | 0,00                     |
| 5,01            | 2399,00               | 1,52                         | 0,382                 | 3,7                          | 9689,45                                    | 323,890                      | 0,05141                       | 0,00                     |

## Приложение Д

**Испытание машинно-тракторного агрегата при работе двигателя с газодизельной системой питания**

**Наброс нагрузки**

| Время,<br>(t) с | Обороты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигателя, Нм | Мощность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м <sup>3</sup> /ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикловая<br>подача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 0               | 2392,50               | 0,01                    | 0,002            | 3,180                        | 4300,06                                    | 0,490                                | 323,120                      | 0,04732                       | 0,00                     |
| 0,03            | 2391,90               | 4,06                    | 1,016            | 3,189                        | 3139,39                                    | 0,470                                | 323,190                      | 0,04904                       | 4,82                     |
| 0,06            | 2391,90               | 8,10                    | 2,029            | 3,198                        | 1576,01                                    | 0,550                                | 322,820                      | 0,05076                       | 9,64                     |
| 0,09            | 2392,50               | 13,40                   | 3,357            | 3,207                        | 955,24                                     | 0,760                                | 322,900                      | 0,05248                       | 14,46                    |
| 0,12            | 2392,10               | 18,30                   | 4,584            | 3,216                        | 701,55                                     | 1,780                                | 322,090                      | 0,05421                       | 19,28                    |
| 0,15            | 2391,00               | 26,40                   | 6,610            | 3,225                        | 487,89                                     | 3,624                                | 321,570                      | 0,05778                       | 24,10                    |
| 0,18            | 2388,10               | 32,60                   | 8,153            | 3,234                        | 396,68                                     | 5,316                                | 319,890                      | 0,07784                       | 28,92                    |
| 0,21            | 2385,00               | 40,10                   | 10,015           | 3,243                        | 323,81                                     | 6,893                                | 317,760                      | 0,09909                       | 33,74                    |
| 0,24            | 2377,50               | 46,70                   | 11,627           | 3,252                        | 279,69                                     | 8,519                                | 316,510                      | 0,12102                       | 38,56                    |
| 0,27            | 2371,70               | 52,50                   | 13,039           | 3,261                        | 250,09                                     | 9,058                                | 314,530                      | 0,12839                       | 43,38                    |
| 0,3             | 2366,30               | 59,20                   | 14,670           | 3,270                        | 222,91                                     | 10,529                               | 313,210                      | 0,14813                       | 48,20                    |
| 0,33            | 2360,60               | 66,00                   | 16,315           | 3,279                        | 200,98                                     | 11,096                               | 311,960                      | 0,14816                       | 53,02                    |
| 0,36            | 2351,50               | 71,70                   | 17,656           | 3,288                        | 186,23                                     | 12,520                               | 311,220                      | 0,16471                       | 57,84                    |
| 0,39            | 2341,50               | 78,40                   | 19,224           | 3,297                        | 171,51                                     | 13,700                               | 310,560                      | 0,18020                       | 62,66                    |
| 0,42            | 2335,60               | 83,60                   | 20,447           | 3,306                        | 161,68                                     | 14,400                               | 308,580                      | 0,19515                       | 67,48                    |
| 0,45            | 2331,70               | 89,90                   | 21,951           | 3,315                        | 151,02                                     | 14,630                               | 307,770                      | 0,17357                       | 72,30                    |
| 0,48            | 2328,10               | 96,20                   | 23,453           | 3,324                        | 141,73                                     | 14,650                               | 306,000                      | 0,18440                       | 77,12                    |
| 0,51            | 2325,60               | 102,50                  | 24,962           | 3,333                        | 133,52                                     | 14,640                               | 304,540                      | 0,19395                       | 81,94                    |
| 0,54            | 2322,30               | 107,80                  | 26,216           | 3,342                        | 127,48                                     | 14,440                               | 303,150                      | 0,20308                       | 86,76                    |
| 0,57            | 2318,80               | 112,30                  | 27,269           | 3,351                        | 122,89                                     | 14,170                               | 302,000                      | 0,21087                       | 91,58                    |
| 0,6             | 2313,30               | 119,00                  | 28,828           | 3,344                        | 116,00                                     | 13,700                               | 300,950                      | 0,17426                       | 96,40                    |
| 0,63            | 2312,00               | 124,70                  | 30,191           | 3,337                        | 110,53                                     | 13,370                               | 299,620                      | 0,17954                       | 101,22                   |
| 0,66            | 2310,10               | 129,60                  | 31,352           | 3,330                        | 106,21                                     | 13,080                               | 299,040                      | 0,18422                       | 106,04                   |
| 0,69            | 2305,80               | 135,30                  | 32,670           | 3,323                        | 101,71                                     | 12,930                               | 298,000                      | 0,18678                       | 110,86                   |
| 0,72            | 2303,30               | 139,60                  | 33,672           | 3,316                        | 98,48                                      | 12,840                               | 297,130                      | 0,19030                       | 115,68                   |
| 0,75            | 2298,80               | 144,40                  | 34,761           | 3,309                        | 95,19                                      | 12,966                               | 295,440                      | 0,19334                       | 120,50                   |
| 0,78            | 2294,60               | 150,40                  | 36,140           | 3,302                        | 91,37                                      | 13,210                               | 295,070                      | 0,19591                       | 125,32                   |
| 0,81            | 2287,90               | 156,10                  | 37,400           | 3,295                        | 88,10                                      | 13,490                               | 294,050                      | 0,19806                       | 130,14                   |
| 0,84            | 2285,40               | 162,40                  | 38,867           | 3,288                        | 84,60                                      | 13,750                               | 292,940                      | 0,19984                       | 134,96                   |
| 0,87            | 2280,20               | 170,40                  | 40,688           | 3,281                        | 80,64                                      | 13,950                               | 292,530                      | 0,20128                       | 139,78                   |
| 0,918           | 2277,50               | 179,00                  | 42,691           | 3,274                        | 76,69                                      | 14,219                               | 291,400                      | 0,20185                       | 144,60                   |
| 0,93            | 2270,00               | 187,80                  | 44,643           | 3,267                        | 73,18                                      | 14,267                               | 291,440                      | 0,20271                       | 149,42                   |
| 0,96            | 2267,30               | 193,90                  | 46,038           | 3,260                        | 70,81                                      | 14,299                               | 290,860                      | 0,20336                       | 154,24                   |
| 0,99            | 2260,60               | 203,50                  | 48,174           | 3,253                        | 67,53                                      | 14,316                               | 291,040                      | 0,20379                       | 159,06                   |
| 1,02            | 2252,10               | 213,40                  | 50,328           | 3,246                        | 64,50                                      | 14,320                               | 290,450                      | 0,20400                       | 163,88                   |
| 1,05            | 2243,60               | 221,00                  | 51,924           | 3,239                        | 62,38                                      | 14,315                               | 290,000                      | 0,20400                       | 168,70                   |
| 1,08            | 2234,10               | 228,30                  | 53,412           | 3,232                        | 60,51                                      | 14,300                               | 289,570                      | 0,20400                       | 173,52                   |
| 1,11            | 2223,10               | 237,10                  | 55,197           | 3,225                        | 58,43                                      | 14,279                               | 289,130                      | 0,20400                       | 178,34                   |
| 1,14            | 2216,70               | 241,80                  | 56,130           | 3,218                        | 57,33                                      | 14,253                               | 289,130                      | 0,20401                       | 183,16                   |
| 1,17            | 2211,60               | 245,30                  | 56,811           | 3,211                        | 56,52                                      | 14,222                               | 289,130                      | 0,20400                       | 187,98                   |

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м³/ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 1,2             | 2210,40                    | 248,30                       | 57,475                | 3,204                        | 55,75                                           | 14,216                  | 288,910                      | 0,20456                              | 192,80                   |
| 1,23            | 2209,20                    | 250,40                       | 57,929                | 3,197                        | 55,19                                           | 14,194                  | 289,050                      | 0,20456                              | 197,62                   |
| 1,26            | 2208,80                    | 251,00                       | 58,058                | 3,190                        | 54,95                                           | 14,157                  | 288,980                      | 0,20456                              | 202,44                   |
| 1,29            | 2210,00                    | 250,80                       | 58,043                | 3,183                        | 54,84                                           | 14,121                  | 289,200                      | 0,20456                              | 207,26                   |
| 1,32            | 2210,00                    | 250,40                       | 57,950                | 3,189                        | 55,04                                           | 14,085                  | 289,200                      | 0,20457                              | 212,08                   |
| 1,35            | 2211,60                    | 248,50                       | 57,552                | 3,196                        | 55,53                                           | 14,050                  | 289,490                      | 0,20457                              | 216,90                   |
| 1,38            | 2211,90                    | 246,60                       | 57,120                | 3,202                        | 56,06                                           | 14,015                  | 289,350                      | 0,20457                              | 221,72                   |
| 1,41            | 2213,20                    | 245,30                       | 56,852                | 3,209                        | 56,44                                           | 13,983                  | 290,000                      | 0,20457                              | 226,54                   |
| 1,44            | 2214,30                    | 243,20                       | 56,393                | 3,215                        | 57,01                                           | 13,952                  | 290,000                      | 0,20457                              | 231,36                   |
| 1,47            | 2215,60                    | 239,70                       | 55,614                | 3,221                        | 57,92                                           | 13,922                  | 290,000                      | 0,20456                              | 236,18                   |
| 1,5             | 2215,90                    | 237,10                       | 55,019                | 3,228                        | 58,67                                           | 13,896                  | 290,000                      | 0,20463                              | 241,00                   |
| 1,53            | 2216,40                    | 234,00                       | 54,312                | 3,234                        | 59,55                                           | 13,871                  | 290,000                      | 0,20482                              | 243,86                   |
| 1,56            | 2217,40                    | 232,00                       | 53,872                | 3,241                        | 60,15                                           | 13,849                  | 290,000                      | 0,20506                              | 243,86                   |
| 1,59            | 2218,30                    | 231,10                       | 53,684                | 3,247                        | 60,48                                           | 13,830                  | 290,450                      | 0,20533                              | 243,86                   |
| 1,62            | 2220,00                    | 231,50                       | 53,819                | 3,253                        | 60,45                                           | 13,811                  | 290,450                      | 0,20543                              | 243,86                   |
| 1,65            | 2220,60                    | 231,70                       | 53,880                | 3,260                        | 60,50                                           | 13,870                  | 290,670                      | 0,20557                              | 243,86                   |
| 1,68            | 2222,70                    | 233,20                       | 54,280                | 3,266                        | 60,17                                           | 13,930                  | 291,040                      | 0,20575                              | 243,86                   |
| 1,71            | 2223,50                    | 235,50                       | 54,835                | 3,273                        | 59,68                                           | 13,970                  | 291,330                      | 0,20594                              | 243,86                   |
| 1,74            | 2224,40                    | 237,60                       | 55,346                | 3,279                        | 59,25                                           | 13,960                  | 291,700                      | 0,20616                              | 243,86                   |
| 1,77            | 2226,40                    | 239,00                       | 55,722                | 3,285                        | 58,96                                           | 13,930                  | 291,770                      | 0,20640                              | 243,86                   |
| 1,8             | 2226,70                    | 240,30                       | 56,033                | 3,292                        | 58,75                                           | 13,880                  | 292,140                      | 0,20667                              | 243,86                   |
| 1,83            | 2228,10                    | 241,40                       | 56,325                | 3,298                        | 58,56                                           | 13,840                  | 292,000                      | 0,20695                              | 243,86                   |
| 1,86            | 2228,90                    | 243,20                       | 56,765                | 3,305                        | 58,22                                           | 13,830                  | 292,430                      | 0,20726                              | 243,86                   |
| 1,89            | 2230,40                    | 243,50                       | 56,874                | 3,311                        | 58,22                                           | 13,760                  | 292,650                      | 0,20759                              | 243,86                   |
| 1,92            | 2231,30                    | 244,70                       | 57,177                | 3,317                        | 58,02                                           | 13,724                  | 292,650                      | 0,20792                              | 243,86                   |
| 1,95            | 2232,00                    | 244,90                       | 57,242                | 3,324                        | 58,07                                           | 13,722                  | 292,940                      | 0,20828                              | 243,86                   |
| 1,98            | 2233,30                    | 245,80                       | 57,485                | 3,330                        | 57,93                                           | 13,721                  | 293,090                      | 0,20864                              | 243,86                   |
| 2,01            | 2234,10                    | 246,19                       | 57,597                | 3,337                        | 57,93                                           | 13,720                  | 293,240                      | 0,20843                              | 243,86                   |
| 2,04            | 2235,00                    | 245,74                       | 57,516                | 3,343                        | 58,12                                           | 13,720                  | 293,750                      | 0,20820                              | 243,86                   |
| 2,07            | 2235,50                    | 245,37                       | 57,442                | 3,349                        | 58,31                                           | 13,720                  | 293,900                      | 0,20797                              | 243,86                   |
| 2,1             | 2235,00                    | 245,11                       | 57,368                | 3,356                        | 58,50                                           | 13,721                  | 293,680                      | 0,20776                              | 243,86                   |
| 2,13            | 2234,70                    | 244,76                       | 57,279                | 3,362                        | 58,70                                           | 13,722                  | 293,530                      | 0,20754                              | 243,86                   |
| 2,16            | 2234,20                    | 244,42                       | 57,186                | 3,356                        | 58,68                                           | 13,723                  | 293,240                      | 0,20733                              | 243,86                   |
| 2,19            | 2233,60                    | 244,21                       | 57,121                | 3,349                        | 58,64                                           | 13,724                  | 292,950                      | 0,20712                              | 243,86                   |
| 2,22            | 2231,50                    | 243,77                       | 56,965                | 3,343                        | 58,68                                           | 13,725                  | 292,500                      | 0,20691                              | 243,86                   |
| 2,25            | 2230,50                    | 243,04                       | 56,768                | 3,337                        | 58,78                                           | 13,727                  | 292,280                      | 0,20671                              | 243,86                   |
| 2,28            | 2229,60                    | 242,23                       | 56,557                | 3,330                        | 58,88                                           | 13,728                  | 291,860                      | 0,20650                              | 243,86                   |
| 2,31            | 2226,70                    | 241,24                       | 56,252                | 3,324                        | 59,09                                           | 13,730                  | 291,590                      | 0,20631                              | 243,86                   |
| 2,34            | 2225,00                    | 240,06                       | 55,934                | 3,317                        | 59,31                                           | 13,731                  | 291,480                      | 0,20610                              | 243,86                   |
| 2,37            | 2223,90                    | 239,30                       | 55,730                | 3,311                        | 59,41                                           | 13,733                  | 291,420                      | 0,20590                              | 243,86                   |
| 2,4             | 2223,50                    | 238,78                       | 55,598                | 3,305                        | 59,44                                           | 13,735                  | 291,330                      | 0,20576                              | 243,86                   |
| 2,43            | 2222,20                    | 238,19                       | 55,430                | 3,298                        | 59,50                                           | 13,737                  | 291,260                      | 0,20590                              | 243,86                   |
| 2,46            | 2220,90                    | 237,91                       | 55,332                | 3,292                        | 59,49                                           | 13,738                  | 291,330                      | 0,20603                              | 243,86                   |
| 2,49            | 2220,40                    | 237,79                       | 55,290                | 3,285                        | 59,42                                           | 13,739                  | 291,330                      | 0,20616                              | 243,86                   |
| 2,52            | 2220,60                    | 237,98                       | 55,340                | 3,279                        | 59,25                                           | 13,740                  | 291,260                      | 0,20629                              | 243,86                   |
| 2,55            | 2219,30                    | 238,42                       | 55,409                | 3,273                        | 59,06                                           | 13,741                  | 290,950                      | 0,20641                              | 243,86                   |
| 2,58            | 2218,60                    | 239,02                       | 55,531                | 3,266                        | 58,82                                           | 13,742                  | 290,610                      | 0,20654                              | 243,86                   |

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м³/ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 2,61            | 2218,30                    | 239,80                       | 55,707                | 3,260                        | 58,52                                           | 13,743                  | 290,200                      | 0,20667                              | 243,86                   |
| 2,64            | 2218,00                    | 240,94                       | 55,963                | 3,253                        | 58,14                                           | 13,744                  | 290,000                      | 0,20680                              | 243,86                   |
| 2,67            | 2218,20                    | 242,46                       | 56,322                | 3,247                        | 57,65                                           | 13,744                  | 290,000                      | 0,20686                              | 243,86                   |
| 2,7             | 2217,20                    | 243,68                       | 56,578                | 3,241                        | 57,28                                           | 13,745                  | 290,000                      | 0,20685                              | 243,86                   |
| 2,73            | 2217,90                    | 244,49                       | 56,785                | 3,234                        | 56,96                                           | 13,746                  | 290,270                      | 0,20685                              | 243,86                   |
| 2,76            | 2217,30                    | 245,17                       | 56,927                | 3,228                        | 56,70                                           | 13,746                  | 290,600                      | 0,20683                              | 243,86                   |
| 2,79            | 2217,40                    | 245,33                       | 56,968                | 3,221                        | 56,55                                           | 13,746                  | 290,710                      | 0,20681                              | 243,86                   |
| 2,82            | 2218,00                    | 245,12                       | 56,934                | 3,215                        | 56,47                                           | 13,747                  | 290,850                      | 0,20681                              | 243,86                   |
| 2,85            | 2219,10                    | 244,43                       | 56,802                | 3,209                        | 56,49                                           | 13,747                  | 290,960                      | 0,20679                              | 243,86                   |
| 2,88            | 2219,70                    | 243,60                       | 56,623                | 3,202                        | 56,55                                           | 13,747                  | 291,110                      | 0,20677                              | 243,86                   |
| 2,91            | 2220,60                    | 242,63                       | 56,421                | 3,196                        | 56,64                                           | 13,747                  | 291,490                      | 0,20675                              | 243,86                   |
| 2,94            | 2221,80                    | 241,59                       | 56,210                | 3,202                        | 56,97                                           | 13,747                  | 291,770                      | 0,20673                              | 243,86                   |
| 2,97            | 2222,90                    | 240,44                       | 55,971                | 3,209                        | 57,33                                           | 13,747                  | 292,060                      | 0,20671                              | 243,86                   |
| 3               | 2224,60                    | 239,13                       | 55,709                | 3,215                        | 57,71                                           | 13,747                  | 292,070                      | 0,20670                              | 243,86                   |
| 3,03            | 2225,90                    | 238,09                       | 55,497                | 3,221                        | 58,05                                           | 13,748                  | 291,480                      | 0,20669                              | 243,86                   |
| 3,06            | 2226,80                    | 237,29                       | 55,334                | 3,228                        | 58,33                                           | 13,748                  | 290,890                      | 0,20667                              | 243,86                   |
| 3,09            | 2228,00                    | 236,34                       | 55,142                | 3,234                        | 58,65                                           | 13,748                  | 290,610                      | 0,20665                              | 243,86                   |
| 3,12            | 2229,50                    | 235,61                       | 55,009                | 3,241                        | 58,91                                           | 13,747                  | 290,310                      | 0,20662                              | 243,86                   |
| 3,15            | 2230,40                    | 235,10                       | 54,911                | 3,247                        | 59,13                                           | 13,747                  | 290,000                      | 0,20660                              | 243,86                   |
| 3,18            | 2231,30                    | 234,57                       | 54,809                | 3,253                        | 59,36                                           | 13,747                  | 290,000                      | 0,20658                              | 243,86                   |
| 3,21            | 2232,20                    | 234,37                       | 54,786                | 3,260                        | 59,50                                           | 13,747                  | 290,000                      | 0,20656                              | 243,86                   |
| 3,24            | 2233,50                    | 234,47                       | 54,840                | 3,266                        | 59,56                                           | 13,747                  | 290,240                      | 0,20655                              | 243,86                   |
| 3,27            | 2234,40                    | 234,67                       | 54,910                | 3,273                        | 59,60                                           | 13,747                  | 290,520                      | 0,20653                              | 243,86                   |
| 3,3             | 2235,10                    | 234,84                       | 54,966                | 3,279                        | 59,66                                           | 13,747                  | 290,960                      | 0,20651                              | 243,86                   |
| 3,33            | 2235,50                    | 235,66                       | 55,169                | 3,285                        | 59,55                                           | 13,747                  | 291,320                      | 0,20649                              | 243,86                   |
| 3,36            | 2235,20                    | 236,88                       | 55,447                | 3,292                        | 59,37                                           | 13,747                  | 291,330                      | 0,20647                              | 243,86                   |
| 3,39            | 2235,10                    | 238,00                       | 55,706                | 3,298                        | 59,21                                           | 13,747                  | 291,040                      | 0,20645                              | 243,86                   |
| 3,42            | 2234,60                    | 239,47                       | 56,039                | 3,305                        | 58,97                                           | 13,747                  | 290,670                      | 0,20643                              | 243,86                   |
| 3,45            | 2233,80                    | 240,88                       | 56,348                | 3,311                        | 58,76                                           | 13,747                  | 290,600                      | 0,20641                              | 243,86                   |
| 3,48            | 2233,00                    | 242,16                       | 56,627                | 3,317                        | 58,58                                           | 13,747                  | 290,580                      | 0,20640                              | 243,86                   |
| 3,51            | 2231,80                    | 243,24                       | 56,848                | 3,324                        | 58,47                                           | 13,747                  | 290,670                      | 0,20638                              | 243,86                   |
| 3,54            | 2230,80                    | 244,25                       | 57,058                | 3,330                        | 58,36                                           | 13,747                  | 290,670                      | 0,20636                              | 243,86                   |
| 3,57            | 2229,70                    | 245,04                       | 57,216                | 3,337                        | 58,32                                           | 13,747                  | 290,580                      | 0,20634                              | 243,86                   |
| 3,6             | 2227,70                    | 245,66                       | 57,310                | 3,331                        | 58,12                                           | 13,747                  | 290,380                      | 0,20632                              | 243,86                   |
| 3,63            | 2226,20                    | 246,04                       | 57,359                | 3,325                        | 57,97                                           | 13,747                  | 290,000                      | 0,20631                              | 243,86                   |
| 3,66            | 2226,20                    | 246,03                       | 57,357                | 3,319                        | 57,87                                           | 13,747                  | 290,000                      | 0,20631                              | 243,86                   |
| 3,69            | 2225,20                    | 245,73                       | 57,261                | 3,313                        | 57,86                                           | 13,746                  | 290,230                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,72            | 2225,00                    | 245,37                       | 57,172                | 3,308                        | 57,85                                           | 13,746                  | 290,410                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,75            | 2224,40                    | 244,75                       | 57,012                | 3,302                        | 57,91                                           | 13,746                  | 290,670                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,78            | 2224,70                    | 244,05                       | 56,857                | 3,296                        | 57,97                                           | 13,746                  | 290,890                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,81            | 2224,70                    | 243,06                       | 56,627                | 3,290                        | 58,10                                           | 13,746                  | 290,890                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,84            | 2225,00                    | 241,55                       | 56,282                | 3,284                        | 58,36                                           | 13,746                  | 290,890                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,87            | 2225,50                    | 240,14                       | 55,966                | 3,279                        | 58,58                                           | 13,746                  | 290,580                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,9             | 2226,00                    | 238,95                       | 55,701                | 3,273                        | 58,76                                           | 13,746                  | 290,380                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,93            | 2226,30                    | 237,79                       | 55,437                | 3,267                        | 58,93                                           | 13,746                  | 290,380                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,96            | 2226,90                    | 236,85                       | 55,232                | 3,261                        | 59,05                                           | 13,746                  | 290,320                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 3,99            | 2227,50                    | 236,47                       | 55,159                | 3,255                        | 59,02                                           | 13,746                  | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м <sup>3</sup> /ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 4,02            | 2228,00                    | 236,42                       | 55,160                | 3,250                        | 58,91                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,05            | 2228,50                    | 236,43                       | 55,175                | 3,244                        | 58,79                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,08            | 2229,10                    | 236,82                       | 55,280                | 3,238                        | 58,57                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,11            | 2229,70                    | 237,39                       | 55,429                | 3,232                        | 58,31                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,14            | 2230,20                    | 237,83                       | 55,543                | 3,226                        | 58,09                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,17            | 2230,30                    | 238,80                       | 55,772                | 3,221                        | 57,75                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,2             | 2230,60                    | 239,99                       | 56,058                | 3,215                        | 57,35                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,23            | 2230,20                    | 240,98                       | 56,280                | 3,209                        | 57,02                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,26            | 2229,90                    | 242,09                       | 56,532                | 3,203                        | 56,66                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,29            | 2229,30                    | 243,21                       | 56,778                | 3,197                        | 56,31                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,32            | 2228,20                    | 244,17                       | 56,974                | 3,192                        | 56,02                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,35            | 2226,90                    | 244,80                       | 57,088                | 3,186                        | 55,81                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,38            | 2226,20                    | 245,43                       | 57,217                | 3,192                        | 55,78                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,41            | 2226,30                    | 245,92                       | 57,332                | 3,197                        | 55,77                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,44            | 2226,70                    | 246,01                       | 57,365                | 3,203                        | 55,84                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,47            | 2226,40                    | 245,83                       | 57,315                | 3,209                        | 55,99                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,5             | 2226,60                    | 244,99                       | 57,123                | 3,215                        | 56,28                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,53            | 2226,55                    | 244,13                       | 56,923                | 3,221                        | 56,58                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,56            | 2226,50                    | 243,40                       | 56,752                | 3,226                        | 56,85                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,59            | 2226,45                    | 242,55                       | 56,551                | 3,232                        | 57,16                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,62            | 2226,40                    | 241,76                       | 56,367                | 3,238                        | 57,45                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,65            | 2226,35                    | 241,21                       | 56,237                | 3,244                        | 57,68                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,68            | 2226,30                    | 241,60                       | 56,326                | 3,250                        | 57,69                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,71            | 2226,25                    | 242,00                       | 56,418                | 3,255                        | 57,70                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,74            | 2226,20                    | 242,20                       | 56,463                | 3,261                        | 57,76                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,77            | 2226,15                    | 242,20                       | 56,462                | 3,267                        | 57,86                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,8             | 2226,10                    | 242,20                       | 56,461                | 3,273                        | 57,97                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,83            | 2226,05                    | 242,40                       | 56,506                | 3,279                        | 58,02                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,86            | 2226,00                    | 242,70                       | 56,575                | 3,284                        | 58,05                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,89            | 2225,95                    | 242,20                       | 56,457                | 3,290                        | 58,28                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,92            | 2225,90                    | 242,20                       | 56,456                | 3,296                        | 58,38                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,95            | 2225,85                    | 243,10                       | 56,664                | 3,302                        | 58,27                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 4,98            | 2225,80                    | 242,70                       | 56,570                | 3,308                        | 58,47                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |
| 5,01            | 2225,75                    | 242,90                       | 56,615                | 3,313                        | 58,52                                           | 13,746                               | 290,000                      | 0,20630                              | 243,86                   |

## Сброс нагрузки

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м <sup>3</sup> /ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 0,00            | 2224,80                    | 242,80                       | 56,568                | 3,360                        | 59,40                                           | 13,840                               | 292,610                      | 0,05034                              | 246,23                   |
| 0,03            | 2225,10                    | 242,50                       | 56,505                | 3,355                        | 59,37                                           | 13,860                               | 292,680                      | 0,05026                              | 239,40                   |
| 0,06            | 2225,30                    | 240,80                       | 56,114                | 3,350                        | 59,70                                           | 13,840                               | 292,890                      | 0,05018                              | 234,58                   |
| 0,09            | 2225,30                    | 237,20                       | 55,275                | 3,345                        | 60,52                                           | 13,840                               | 293,100                      | 0,05011                              | 229,76                   |
| 0,12            | 2225,10                    | 231,54                       | 53,952                | 3,340                        | 61,91                                           | 13,810                               | 292,890                      | 0,05004                              | 224,94                   |
| 0,15            | 2224,90                    | 225,80                       | 52,609                | 3,335                        | 63,39                                           | 13,800                               | 292,960                      | 0,04996                              | 220,12                   |
| 0,18            | 2225,00                    | 221,10                       | 51,517                | 3,330                        | 64,64                                           | 13,730                               | 293,370                      | 0,04989                              | 215,30                   |
| 0,21            | 2225,20                    | 215,30                       | 50,170                | 3,325                        | 66,28                                           | 13,590                               | 293,240                      | 0,04981                              | 210,48                   |
| 0,24            | 2225,70                    | 210,00                       | 48,946                | 3,320                        | 67,83                                           | 13,090                               | 294,200                      | 0,04972                              | 205,66                   |
| 0,27            | 2226,20                    | 204,60                       | 47,698                | 3,315                        | 69,50                                           | 12,570                               | 295,520                      | 0,04964                              | 200,84                   |
| 0,30            | 2227,20                    | 200,80                       | 46,833                | 3,310                        | 70,68                                           | 12,130                               | 296,490                      | 0,04954                              | 196,02                   |
| 0,33            | 2228,20                    | 196,60                       | 45,874                | 3,305                        | 72,05                                           | 11,570                               | 297,320                      | 0,04944                              | 191,20                   |
| 0,36            | 2229,40                    | 192,20                       | 44,871                | 3,300                        | 73,54                                           | 11,170                               | 298,220                      | 0,04934                              | 186,38                   |
| 0,39            | 2230,40                    | 187,90                       | 43,887                | 3,295                        | 75,08                                           | 10,780                               | 298,980                      | 0,04924                              | 181,56                   |
| 0,42            | 2231,40                    | 178,80                       | 41,780                | 3,290                        | 78,74                                           | 10,350                               | 299,950                      | 0,04915                              | 176,74                   |
| 0,45            | 2232,60                    | 170,10                       | 39,769                | 3,285                        | 82,60                                           | 9,700                                | 300,500                      | 0,04905                              | 171,92                   |
| 0,48            | 2234,00                    | 164,20                       | 38,414                | 3,280                        | 85,39                                           | 8,790                                | 301,330                      | 0,04894                              | 167,10                   |
| 0,51            | 2235,30                    | 159,00                       | 37,219                | 3,275                        | 87,99                                           | 7,630                                | 302,230                      | 0,04884                              | 162,28                   |
| 0,54            | 2236,80                    | 155,50                       | 36,424                | 3,270                        | 89,78                                           | 6,380                                | 302,920                      | 0,04873                              | 157,46                   |
| 0,57            | 2238,90                    | 150,10                       | 35,192                | 3,265                        | 92,78                                           | 5,370                                | 303,610                      | 0,04861                              | 152,64                   |
| 0,60            | 2240,50                    | 145,20                       | 34,067                | 3,260                        | 95,69                                           | 4,220                                | 304,300                      | 0,04850                              | 147,82                   |
| 0,63            | 2243,00                    | 141,20                       | 33,166                | 3,255                        | 98,14                                           | 3,580                                | 305,000                      | 0,04837                              | 143,00                   |
| 0,66            | 2245,90                    | 135,20                       | 31,798                | 3,250                        | 102,21                                          | 3,190                                | 305,410                      | 0,04824                              | 138,18                   |
| 0,69            | 2248,40                    | 131,00                       | 30,844                | 3,245                        | 105,21                                          | 2,440                                | 305,760                      | 0,04811                              | 133,36                   |
| 0,72            | 2253,80                    | 123,90                       | 29,243                | 3,240                        | 110,80                                          | 1,510                                | 306,380                      | 0,04792                              | 128,54                   |
| 0,75            | 2257,00                    | 119,20                       | 28,173                | 3,235                        | 114,83                                          | 0,970                                | 307,420                      | 0,04778                              | 123,72                   |
| 0,78            | 2261,30                    | 113,70                       | 26,924                | 3,230                        | 119,97                                          | 0,680                                | 308,320                      | 0,04761                              | 118,90                   |
| 0,81            | 2269,30                    | 106,50                       | 25,309                | 3,225                        | 127,43                                          | 0,490                                | 309,350                      | 0,04737                              | 114,08                   |
| 0,84            | 2276,10                    | 99,00                        | 23,597                | 3,220                        | 136,46                                          | 0,390                                | 309,490                      | 0,04716                              | 109,26                   |
| 0,87            | 2282,50                    | 91,40                        | 21,847                | 3,215                        | 147,16                                          | 0,380                                | 310,250                      | 0,04695                              | 104,44                   |
| 0,90            | 2289,70                    | 83,80                        | 20,093                | 3,210                        | 159,75                                          | 0,390                                | 310,740                      | 0,04673                              | 99,62                    |
| 0,93            | 2297,10                    | 78,70                        | 18,931                | 3,205                        | 169,30                                          | 0,470                                | 311,430                      | 0,04651                              | 94,80                    |
| 0,96            | 2302,40                    | 68,50                        | 16,516                | 3,200                        | 193,75                                          | 0,500                                | 312,610                      | 0,04633                              | 89,98                    |
| 0,99            | 2308,50                    | 60,10                        | 14,529                | 3,195                        | 219,91                                          | 0,520                                | 313,370                      | 0,04613                              | 85,16                    |
| 1,02            | 2314,10                    | 44,50                        | 10,784                | 3,190                        | 295,81                                          | 0,540                                | 313,570                      | 0,04595                              | 80,34                    |
| 1,05            | 2318,70                    | 34,70                        | 8,426                 | 3,195                        | 379,20                                          | 0,570                                | 314,270                      | 0,04593                              | 75,52                    |
| 1,08            | 2323,40                    | 24,00                        | 5,839                 | 3,200                        | 548,01                                          | 0,540                                | 315,930                      | 0,04591                              | 70,70                    |
| 1,11            | 2327,70                    | 15,40                        | 3,754                 | 3,205                        | 853,79                                          | 0,510                                | 316,480                      | 0,04590                              | 65,88                    |
| 1,14            | 2334,30                    | 7,90                         | 1,931                 | 3,210                        | 1662,24                                         | 0,435                                | 317,240                      | 0,04584                              | 61,06                    |
| 1,17            | 2339,00                    | 2,80                         | 0,686                 | 3,215                        | 4687,75                                         | 0,370                                | 318,350                      | 0,04582                              | 56,24                    |
| 1,20            | 2344,70                    | 0,20                         | 0,049                 | 3,220                        | 65570,72                                        | 0,360                                | 318,970                      | 0,04578                              | 51,42                    |
| 1,23            | 2351,70                    | 0,60                         | 0,148                 | 3,225                        | 21825,69                                        | 0,330                                | 319,870                      | 0,04571                              | 46,60                    |
| 1,26            | 2357,50                    | 0,40                         | 0,099                 | 3,230                        | 32708,62                                        | 0,340                                | 320,560                      | 0,04567                              | 41,78                    |
| 1,29            | 2365,00                    | 1,10                         | 0,272                 | 3,235                        | 11874,68                                        | 0,410                                | 321,670                      | 0,04560                              | 36,96                    |
| 1,32            | 2376,70                    | 2,20                         | 0,548                 | 3,240                        | 5917,24                                         | 0,470                                | 322,710                      | 0,04544                              | 32,14                    |
| 1,35            | 2394,80                    | 2,20                         | 0,552                 | 3,245                        | 5881,58                                         | 0,460                                | 323,400                      | 0,04517                              | 27,32                    |

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м <sup>3</sup> /ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 1,38            | 2404,40                    | 2,60                         | 0,655                 | 3,250                        | 4964,49                                         | 0,430                                | 325,130                      | 0,04506                              | 22,50                    |
| 1,41            | 2408,20                    | 2,80                         | 0,706                 | 3,255                        | 4609,69                                         | 0,400                                | 326,930                      | 0,04505                              | 17,68                    |
| 1,44            | 2409,80                    | 3,70                         | 0,934                 | 3,260                        | 3491,45                                         | 0,405                                | 328,100                      | 0,04509                              | 12,86                    |
| 1,47            | 2412,60                    | 4,10                         | 1,036                 | 3,265                        | 3151,99                                         | 0,410                                | 329,490                      | 0,04511                              | 8,04                     |
| 1,50            | 2412,90                    | 5,20                         | 1,314                 | 3,270                        | 2488,72                                         | 0,415                                | 330,040                      | 0,04517                              | 3,22                     |
| 1,53            | 2412,50                    | 5,20                         | 1,314                 | 3,275                        | 2492,94                                         | 0,420                                | 330,380                      | 0,04525                              | 0,00                     |
| 1,56            | 2411,00                    | 6,40                         | 1,616                 | 3,280                        | 2029,87                                         | 0,425                                | 330,180                      | 0,04535                              | 0,00                     |
| 1,59            | 2410,60                    | 7,50                         | 1,893                 | 3,285                        | 1735,08                                         | 0,430                                | 329,900                      | 0,04542                              | 0,00                     |
| 1,62            | 2409,50                    | 8,40                         | 2,120                 | 3,290                        | 1552,25                                         | 0,435                                | 329,070                      | 0,04551                              | 0,00                     |
| 1,65            | 2406,90                    | 9,20                         | 2,319                 | 3,295                        | 1420,96                                         | 0,440                                | 328,650                      | 0,04563                              | 0,00                     |
| 1,68            | 2405,60                    | 8,20                         | 2,066                 | 3,300                        | 1597,53                                         | 0,445                                | 327,960                      | 0,04573                              | 0,00                     |
| 1,71            | 2403,70                    | 6,90                         | 1,737                 | 3,305                        | 1902,89                                         | 0,450                                | 327,060                      | 0,04583                              | 0,00                     |
| 1,74            | 2402,70                    | 5,20                         | 1,308                 | 3,310                        | 2529,86                                         | 0,455                                | 326,230                      | 0,04592                              | 0,00                     |
| 1,77            | 2400,00                    | 3,40                         | 0,855                 | 3,315                        | 3879,40                                         | 0,460                                | 324,990                      | 0,04604                              | 0,00                     |
| 1,80            | 2398,20                    | 2,10                         | 0,527                 | 3,320                        | 6295,13                                         | 0,465                                | 324,300                      | 0,04615                              | 0,00                     |
| 1,83            | 2397,60                    | 1,70                         | 0,427                 | 3,325                        | 7790,00                                         | 0,470                                | 323,120                      | 0,04623                              | 0,00                     |
| 1,86            | 2394,90                    | 0,90                         | 0,226                 | 3,330                        | 14753,18                                        | 0,475                                | 322,360                      | 0,04635                              | 0,00                     |
| 1,89            | 2393,70                    | 0,70                         | 0,175                 | 3,335                        | 19006,38                                        | 0,480                                | 321,530                      | 0,04644                              | 0,00                     |
| 1,92            | 2391,30                    | 1,30                         | 0,326                 | 3,340                        | 10259,84                                        | 0,485                                | 321,050                      | 0,04656                              | 0,00                     |
| 1,95            | 2389,40                    | 1,50                         | 0,375                 | 3,345                        | 8912,25                                         | 0,490                                | 320,770                      | 0,04666                              | 0,00                     |
| 1,98            | 2386,40                    | 1,70                         | 0,425                 | 3,350                        | 7885,41                                         | 0,495                                | 320,150                      | 0,04679                              | 0,00                     |
| 2,01            | 2383,50                    | 4,30                         | 1,073                 | 3,355                        | 3125,94                                         | 0,500                                | 319,940                      | 0,04692                              | 0,00                     |
| 2,04            | 2381,90                    | 4,10                         | 1,023                 | 3,360                        | 3285,51                                         | 0,505                                | 319,730                      | 0,04702                              | 0,00                     |
| 2,07            | 2381,50                    | 4,00                         | 0,998                 | 3,365                        | 3373,23                                         | 0,510                                | 319,660                      | 0,04710                              | 0,00                     |
| 2,10            | 2381,60                    | 2,58                         | 0,643                 | 3,370                        | 5237,36                                         | 0,515                                | 319,660                      | 0,04717                              | 0,00                     |
| 2,13            | 2382,00                    | 1,40                         | 0,349                 | 3,375                        | 9664,41                                         | 0,520                                | 319,590                      | 0,04723                              | 0,00                     |
| 2,16            | 2383,00                    | 1,30                         | 0,324                 | 3,380                        | 10418,87                                        | 0,525                                | 320,150                      | 0,04728                              | 0,00                     |
| 2,19            | 2384,60                    | 0,70                         | 0,175                 | 3,385                        | 19364,95                                        | 0,530                                | 319,940                      | 0,04732                              | 0,00                     |
| 2,22            | 2386,80                    | 1,38                         | 0,345                 | 3,390                        | 9828,24                                         | 0,535                                | 320,280                      | 0,04734                              | 0,00                     |
| 2,25            | 2388,50                    | 1,40                         | 0,350                 | 3,395                        | 9695,22                                         | 0,540                                | 320,770                      | 0,04738                              | 0,00                     |
| 2,28            | 2390,10                    | 2,30                         | 0,576                 | 3,400                        | 5906,18                                         | 0,545                                | 321,110                      | 0,04742                              | 0,00                     |
| 2,31            | 2390,30                    | 2,00                         | 0,501                 | 3,405                        | 6801,52                                         | 0,550                                | 321,320                      | 0,04748                              | 0,00                     |
| 2,34            | 2392,10                    | 2,50                         | 0,626                 | 3,410                        | 5445,11                                         | 0,555                                | 321,740                      | 0,04752                              | 0,00                     |
| 2,37            | 2392,40                    | 2,70                         | 0,676                 | 3,405                        | 5033,74                                         | 0,560                                | 322,770                      | 0,04744                              | 0,00                     |
| 2,40            | 2393,70                    | 2,90                         | 0,727                 | 3,400                        | 4677,16                                         | 0,565                                | 323,050                      | 0,04735                              | 0,00                     |
| 2,43            | 2395,30                    | 3,40                         | 0,853                 | 3,395                        | 3980,82                                         | 0,570                                | 323,600                      | 0,04725                              | 0,00                     |
| 2,46            | 2395,80                    | 3,60                         | 0,903                 | 3,390                        | 3753,34                                         | 0,575                                | 324,230                      | 0,04717                              | 0,00                     |
| 2,49            | 2396,60                    | 4,20                         | 1,054                 | 3,385                        | 3211,33                                         | 0,580                                | 324,710                      | 0,04708                              | 0,00                     |
| 2,52            | 2397,20                    | 4,70                         | 1,180                 | 3,380                        | 2864,74                                         | 0,585                                | 324,920                      | 0,04700                              | 0,00                     |
| 2,55            | 2398,50                    | 4,90                         | 1,231                 | 3,375                        | 2742,26                                         | 0,590                                | 325,750                      | 0,04690                              | 0,00                     |
| 2,58            | 2400,00                    | 4,30                         | 1,081                 | 3,370                        | 3118,33                                         | 0,595                                | 326,000                      | 0,04681                              | 0,00                     |
| 2,61            | 2400,80                    | 3,60                         | 0,905                 | 3,365                        | 3717,90                                         | 0,591                                | 326,650                      | 0,04672                              | 0,00                     |
| 2,64            | 2403,00                    | 2,20                         | 0,554                 | 3,360                        | 6069,24                                         | 0,587                                | 327,340                      | 0,04661                              | 0,00                     |
| 2,67            | 2404,90                    | 0,65                         | 0,164                 | 3,355                        | 20495,26                                        | 0,583                                | 327,620                      | 0,04650                              | 0,00                     |
| 2,70            | 2406,00                    | 0,90                         | 0,227                 | 3,350                        | 14773,32                                        | 0,579                                | 328,100                      | 0,04641                              | 0,00                     |
| 2,73            | 2407,20                    | 1,40                         | 0,353                 | 3,345                        | 9478,23                                         | 0,575                                | 328,650                      | 0,04632                              | 0,00                     |
| 2,76            | 2408,50                    | 1,30                         | 0,328                 | 3,340                        | 10186,57                                        | 0,571                                | 329,000                      | 0,04623                              | 0,00                     |

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м <sup>3</sup> /ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 2,79            | 2409,50                    | 1,40                         | 0,353                 | 3,335                        | 9440,88                                         | 0,567                                | 328,930                      | 0,04614                              | 0,00                     |
| 2,82            | 2410,20                    | 0,60                         | 0,151                 | 3,330                        | 21989,29                                        | 0,563                                | 328,860                      | 0,04605                              | 0,00                     |
| 2,85            | 2410,00                    | 0,59                         | 0,149                 | 3,325                        | 22330,27                                        | 0,559                                | 328,860                      | 0,04599                              | 0,00                     |
| 2,88            | 2410,50                    | 0,58                         | 0,146                 | 3,320                        | 22676,41                                        | 0,555                                | 328,100                      | 0,04591                              | 0,00                     |
| 2,91            | 2409,80                    | 1,10                         | 0,278                 | 3,315                        | 11942,11                                        | 0,551                                | 327,340                      | 0,04585                              | 0,00                     |
| 2,94            | 2409,10                    | 1,30                         | 0,328                 | 3,310                        | 10092,56                                        | 0,547                                | 326,790                      | 0,04580                              | 0,00                     |
| 2,97            | 2409,10                    | 1,40                         | 0,353                 | 3,305                        | 9357,50                                         | 0,543                                | 325,960                      | 0,04573                              | 0,00                     |
| 3,00            | 2408,20                    | 1,40                         | 0,353                 | 3,300                        | 9346,84                                         | 0,539                                | 325,610                      | 0,04568                              | 0,00                     |
| 3,03            | 2407,20                    | 1,40                         | 0,353                 | 3,295                        | 9336,55                                         | 0,535                                | 325,270                      | 0,04563                              | 0,00                     |
| 3,06            | 2407,30                    | 1,80                         | 0,454                 | 3,290                        | 7250,44                                         | 0,531                                | 325,130                      | 0,04556                              | 0,00                     |
| 3,09            | 2406,40                    | 1,80                         | 0,454                 | 3,285                        | 7242,13                                         | 0,527                                | 324,640                      | 0,04550                              | 0,00                     |
| 3,12            | 2405,90                    | 1,80                         | 0,454                 | 3,280                        | 7232,61                                         | 0,523                                | 324,160                      | 0,04544                              | 0,00                     |
| 3,15            | 2405,70                    | 2,00                         | 0,504                 | 3,275                        | 6499,97                                         | 0,519                                | 323,670                      | 0,04538                              | 0,00                     |
| 3,18            | 2405,20                    | 1,60                         | 0,403                 | 3,270                        | 8114,24                                         | 0,515                                | 323,810                      | 0,04532                              | 0,00                     |
| 3,21            | 2404,60                    | 0,90                         | 0,227                 | 3,265                        | 14406,86                                        | 0,511                                | 323,470                      | 0,04526                              | 0,00                     |
| 3,24            | 2403,30                    | 0,70                         | 0,176                 | 3,260                        | 18504,74                                        | 0,507                                | 323,050                      | 0,04522                              | 0,00                     |
| 3,27            | 2403,10                    | 0,45                         | 0,113                 | 3,255                        | 28743,39                                        | 0,503                                | 322,570                      | 0,04515                              | 0,00                     |
| 3,30            | 2401,10                    | 0,44                         | 0,111                 | 3,250                        | 29375,94                                        | 0,499                                | 322,080                      | 0,04512                              | 0,00                     |
| 3,33            | 2401,40                    | 0,43                         | 0,108                 | 3,245                        | 30009,11                                        | 0,495                                | 321,940                      | 0,04504                              | 0,00                     |
| 3,36            | 2399,50                    | 0,42                         | 0,106                 | 3,240                        | 30700,56                                        | 0,491                                | 321,320                      | 0,04501                              | 0,00                     |
| 3,39            | 2398,20                    | 0,41                         | 0,103                 | 3,235                        | 31417,85                                        | 0,487                                | 321,250                      | 0,04496                              | 0,00                     |
| 3,42            | 2396,60                    | 0,70                         | 0,176                 | 3,230                        | 18385,71                                        | 0,483                                | 320,910                      | 0,04492                              | 0,00                     |
| 3,45            | 2395,50                    | 0,90                         | 0,226                 | 3,225                        | 14284,41                                        | 0,479                                | 321,110                      | 0,04488                              | 0,00                     |
| 3,48            | 2394,30                    | 1,10                         | 0,276                 | 3,220                        | 11674,98                                        | 0,475                                | 320,490                      | 0,04483                              | 0,00                     |
| 3,51            | 2393,80                    | 1,40                         | 0,351                 | 3,215                        | 9160,86                                         | 0,471                                | 320,980                      | 0,04477                              | 0,00                     |
| 3,54            | 2394,30                    | 1,40                         | 0,351                 | 3,210                        | 9144,71                                         | 0,467                                | 321,250                      | 0,04469                              | 0,00                     |
| 3,57            | 2394,90                    | 1,80                         | 0,451                 | 3,205                        | 7099,69                                         | 0,463                                | 321,180                      | 0,04461                              | 0,00                     |
| 3,60            | 2395,60                    | 1,80                         | 0,452                 | 3,200                        | 7086,55                                         | 0,459                                | 321,460                      | 0,04453                              | 0,00                     |
| 3,63            | 2397,50                    | 2,00                         | 0,502                 | 3,195                        | 6362,88                                         | 0,455                                | 321,740                      | 0,04442                              | 0,00                     |
| 3,66            | 2398,20                    | 0,90                         | 0,226                 | 3,190                        | 14113,48                                        | 0,451                                | 321,810                      | 0,04434                              | 0,00                     |
| 3,69            | 2398,80                    | 1,30                         | 0,327                 | 3,185                        | 9753,12                                         | 0,447                                | 322,150                      | 0,04426                              | 0,00                     |
| 3,72            | 2398,90                    | 0,90                         | 0,226                 | 3,180                        | 14065,13                                        | 0,443                                | 322,290                      | 0,04419                              | 0,00                     |
| 3,75            | 2399,80                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,175                        | 32394,81                                        | 0,439                                | 322,570                      | 0,04410                              | 0,00                     |
| 3,78            | 2400,90                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,170                        | 32328,98                                        | 0,435                                | 322,710                      | 0,04401                              | 0,00                     |
| 3,81            | 2401,00                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,165                        | 32276,64                                        | 0,431                                | 322,360                      | 0,04394                              | 0,00                     |
| 3,84            | 2400,50                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,160                        | 32232,36                                        | 0,427                                | 322,570                      | 0,04388                              | 0,00                     |
| 3,87            | 2400,50                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,155                        | 32181,36                                        | 0,431                                | 322,150                      | 0,04381                              | 0,00                     |
| 3,90            | 2400,70                    | 1,30                         | 0,327                 | 3,150                        | 9638,31                                         | 0,435                                | 322,430                      | 0,04374                              | 0,00                     |
| 3,93            | 2401,00                    | 1,40                         | 0,352                 | 3,145                        | 8934,53                                         | 0,439                                | 322,150                      | 0,04366                              | 0,00                     |
| 3,96            | 2399,10                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,150                        | 32149,11                                        | 0,443                                | 322,220                      | 0,04377                              | 0,00                     |
| 3,99            | 2398,80                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,155                        | 32204,17                                        | 0,447                                | 322,290                      | 0,04384                              | 0,00                     |
| 4,02            | 2398,80                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,160                        | 32255,21                                        | 0,451                                | 322,360                      | 0,04391                              | 0,00                     |
| 4,05            | 2403,27                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,165                        | 32246,15                                        | 0,455                                | 312,070                      | 0,04390                              | 0,00                     |
| 4,08            | 2402,00                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,170                        | 32314,17                                        | 0,459                                | 312,480                      | 0,04399                              | 0,00                     |
| 4,11            | 2400,70                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,175                        | 32382,67                                        | 0,463                                | 312,880                      | 0,04408                              | 0,00                     |
| 4,14            | 2399,00                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,180                        | 32456,65                                        | 0,467                                | 313,100                      | 0,04419                              | 0,00                     |
| 4,17            | 2399,50                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,185                        | 32500,91                                        | 0,471                                | 313,080                      | 0,04425                              | 0,00                     |

| Время,<br>(t) с | Оборо-<br>ты, (n)<br>мин-1 | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Расход<br>газа,<br>м <sup>3</sup> /ч | Расход<br>воздуха,<br>кг/час | Цикло-<br>вая по-<br>дача,<br>г/цикл | Момент<br>тормоза,<br>Нм |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 4,20            | 2399,80                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,190                        | 32547,86                                        | 0,475                                | 313,060                      | 0,04431                              | 0,00                     |
| 4,23            | 2401,90                    | 1,30                         | 0,327                 | 3,195                        | 9771,11                                         | 0,479                                | 312,730                      | 0,04434                              | 0,00                     |
| 4,26            | 2401,87                    | 1,30                         | 0,327                 | 3,200                        | 9786,53                                         | 0,483                                | 312,480                      | 0,04441                              | 0,00                     |
| 4,29            | 2401,10                    | 0,90                         | 0,226                 | 3,205                        | 14162,72                                        | 0,487                                | 312,530                      | 0,04449                              | 0,00                     |
| 4,32            | 2400,00                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,210                        | 32749,19                                        | 0,491                                | 312,580                      | 0,04458                              | 0,00                     |
| 4,35            | 2400,10                    | 1,40                         | 0,352                 | 3,215                        | 9136,82                                         | 0,495                                | 312,730                      | 0,04465                              | 0,00                     |
| 4,38            | 2400,10                    | 1,40                         | 0,352                 | 3,220                        | 9151,03                                         | 0,499                                | 312,630                      | 0,04472                              | 0,00                     |
| 4,41            | 2400,87                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,225                        | 32890,30                                        | 0,503                                | 312,530                      | 0,04478                              | 0,00                     |
| 4,44            | 2400,67                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,230                        | 32944,04                                        | 0,507                                | 312,480                      | 0,04485                              | 0,00                     |
| 4,47            | 2400,47                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,235                        | 32997,78                                        | 0,511                                | 312,430                      | 0,04492                              | 0,00                     |
| 4,50            | 2400,27                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,240                        | 33051,54                                        | 0,515                                | 312,480                      | 0,04499                              | 0,00                     |
| 4,53            | 2400,07                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,245                        | 33105,30                                        | 0,519                                | 312,480                      | 0,04507                              | 0,00                     |
| 4,56            | 2399,87                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,250                        | 33159,08                                        | 0,523                                | 312,430                      | 0,04514                              | 0,00                     |
| 4,59            | 2399,67                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,255                        | 33212,86                                        | 0,527                                | 312,380                      | 0,04521                              | 0,00                     |
| 4,62            | 2399,47                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,260                        | 33266,65                                        | 0,531                                | 312,330                      | 0,04529                              | 0,00                     |
| 4,65            | 2399,27                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,265                        | 33320,45                                        | 0,535                                | 312,380                      | 0,04536                              | 0,00                     |
| 4,68            | 2399,07                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,270                        | 33374,26                                        | 0,539                                | 312,480                      | 0,04543                              | 0,00                     |
| 4,71            | 2399,15                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,275                        | 33424,17                                        | 0,535                                | 312,720                      | 0,04550                              | 0,00                     |
| 4,74            | 2399,23                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,280                        | 33474,09                                        | 0,531                                | 312,700                      | 0,04557                              | 0,00                     |
| 4,77            | 2399,31                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,285                        | 33524,00                                        | 0,527                                | 312,680                      | 0,04564                              | 0,00                     |
| 4,80            | 2399,39                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,290                        | 33573,90                                        | 0,523                                | 312,660                      | 0,04571                              | 0,00                     |
| 4,83            | 2399,47                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,295                        | 33623,81                                        | 0,519                                | 312,640                      | 0,04577                              | 0,00                     |
| 4,86            | 2399,55                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,300                        | 33673,71                                        | 0,515                                | 312,620                      | 0,04584                              | 0,00                     |
| 4,89            | 2399,63                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,305                        | 33723,60                                        | 0,511                                | 312,530                      | 0,04591                              | 0,00                     |
| 4,92            | 2399,71                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,310                        | 33773,50                                        | 0,507                                | 312,580                      | 0,04598                              | 0,00                     |
| 4,95            | 2399,79                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,315                        | 33823,38                                        | 0,503                                | 312,560                      | 0,04605                              | 0,00                     |
| 4,98            | 2399,87                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,320                        | 33873,27                                        | 0,499                                | 312,540                      | 0,04611                              | 0,00                     |
| 5,01            | 2399,95                    | 0,39                         | 0,098                 | 3,325                        | 33923,15                                        | 0,495                                | 312,520                      | 0,04618                              | 0,00                     |

## Приложение Е

### Полевые испытания МТА (Трактор МТЗ – 82 и культиватор КПС – 4)

для сравнения адекватности математической модели.

Таблица 1 – наброс нагрузки.

| Время,<br>(t) с | Обороты<br>заднего<br>колеса,<br>(n) мин-1 | Обороты<br>копирую-<br>щего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>двигателя<br>мин-1 | Усилие на<br>крюке, Н | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность<br>двигате-<br>ля, кВт | Мощ-<br>ность на<br>буксова-<br>ние, кВт | Мощ-<br>ность на<br>потери в<br>транс-<br>миссии<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>крюке,<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>качение<br>трактора,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топли-<br>ва,<br>г/кВтч<br>с | Цик-<br>ловая<br>пода-<br>ча,<br>г/цикл<br>л | Коэф-<br>физ-<br>и-<br>ка<br>воз-<br>духа | Расход<br>возду-<br>ха,<br>кг/час |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| 0,000           | 49,450                                     | 111,540                                             | 2366,880                      | 678,000               | 49,690                       | 12,180                               | 0,125                                    | 1,198                                                   | 2,408                             | 8,148                                           | 8,180                        | 697,855                                                 | 0,117                                        | 2,752                                     | 317,997                           |
| 0,030           | 49,460                                     | 111,230                                             | 2366,980                      | 718,000               | 50,190                       | 12,300                               | 0,135                                    | 1,208                                                   | 2,548                             | 8,118                                           | 8,160                        | 689,355                                                 | 0,117                                        | 2,756                                     | 317,827                           |
| 0,060           | 49,460                                     | 110,920                                             | 2367,280                      | 758,000               | 50,690                       | 12,430                               | 0,155                                    | 1,218                                                   | 2,678                             | 8,088                                           | 8,063                        | 674,215                                                 | 0,115                                        | 2,789                                     | 318,077                           |
| 0,090           | 49,470                                     | 110,300                                             | 2367,480                      | 794,000               | 51,190                       | 12,550                               | 0,175                                    | 1,228                                                   | 2,798                             | 8,048                                           | 8,044                        | 666,205                                                 | 0,115                                        | 2,794                                     | 317,867                           |
| 0,120           | 49,460                                     | 110,000                                             | 2367,180                      | 829,000               | 51,690                       | 12,670                               | 0,195                                    | 1,248                                                   | 2,908                             | 8,018                                           | 8,034                        | 659,055                                                 | 0,115                                        | 2,797                                     | 317,857                           |
| 0,150           | 49,440                                     | 109,690                                             | 2366,480                      | 865,000               | 52,190                       | 12,790                               | 0,215                                    | 1,258                                                   | 3,028                             | 7,988                                           | 8,049                        | 654,025                                                 | 0,115                                        | 2,792                                     | 317,897                           |
| 0,180           | 49,450                                     | 109,070                                             | 2366,680                      | 905,000               | 52,690                       | 12,920                               | 0,245                                    | 1,268                                                   | 3,158                             | 7,958                                           | 8,112                        | 652,325                                                 | 0,116                                        | 2,772                                     | 317,817                           |
| 0,210           | 49,460                                     | 108,760                                             | 2366,980                      | 940,000               | 53,190                       | 13,050                               | 0,265                                    | 1,278                                                   | 3,268                             | 7,928                                           | 8,503                        | 676,025                                                 | 0,122                                        | 2,653                                     | 317,817                           |
| 0,240           | 49,450                                     | 108,460                                             | 2366,680                      | 986,000               | 53,690                       | 13,170                               | 0,295                                    | 1,298                                                   | 3,408                             | 7,898                                           | 9,081                        | 714,125                                                 | 0,130                                        | 2,489                                     | 317,067                           |
| 0,270           | 49,420                                     | 107,530                                             | 2365,180                      | 1021,000              | 54,190                       | 13,280                               | 0,315                                    | 1,308                                                   | 3,508                             | 7,838                                           | 10,043                       | 781,275                                                 | 0,143                                        | 2,257                                     | 315,637                           |
| 0,300           | 49,370                                     | 107,220                                             | 2362,980                      | 1057,000              | 54,690                       | 13,400                               | 0,345                                    | 1,318                                                   | 3,618                             | 7,808                                           | 10,544                       | 811,955                                                 | 0,151                                        | 2,148                                     | 314,107                           |
| 0,330           | 49,340                                     | 106,920                                             | 2361,580                      | 1180,000              | 56,590                       | 13,860                               | 0,395                                    | 1,358                                                   | 4,028                             | 7,778                                           | 10,935                       | 813,305                                                 | 0,156                                        | 2,071                                     | 313,227                           |
| 0,360           | 49,280                                     | 105,990                                             | 2358,480                      | 1486,000              | 61,590                       | 15,080                               | 0,525                                    | 1,488                                                   | 5,048                             | 7,728                                           | 11,685                       | 797,295                                                 | 0,167                                        | 1,941                                     | 311,907                           |
| 0,390           | 49,240                                     | 105,680                                             | 2356,280                      | 1784,000              | 66,590                       | 16,300                               | 0,665                                    | 1,608                                                   | 6,038                             | 7,698                                           | 12,295                       | 775,055                                                 | 0,176                                        | 1,844                                     | 310,477                           |
| 0,420           | 49,180                                     | 105,070                                             | 2353,380                      | 2096,000              | 71,690                       | 17,530                               | 0,805                                    | 1,728                                                   | 7,058                             | 7,638                                           | 13,640                       | 797,705                                                 | 0,195                                        | 1,672                                     | 309,497                           |
| 0,450           | 49,060                                     | 104,450                                             | 2347,580                      | 2388,000              | 76,690                       | 18,720                               | 0,955                                    | 1,848                                                   | 8,008                             | 7,608                                           | 14,524                       | 794,345                                                 | 0,208                                        | 1,573                                     | 308,347                           |
| 0,480           | 48,930                                     | 103,530                                             | 2341,480                      | 2701,000              | 81,690                       | 19,900                               | 1,115                                    | 1,968                                                   | 8,978                             | 7,538                                           | 14,712                       | 756,595                                                 | 0,211                                        | 1,550                                     | 307,227                           |
| 0,510           | 48,850                                     | 103,220                                             | 2337,080                      | 3018,000              | 86,790                       | 21,110                               | 1,285                                    | 2,088                                                   | 9,988                             | 7,508                                           | 14,626                       | 709,015                                                 | 0,210                                        | 1,554                                     | 306,417                           |
| 0,540           | 48,740                                     | 102,600                                             | 2331,880                      | 3310,000              | 91,790                       | 22,290                               | 1,455                                    | 2,208                                                   | 10,888                            | 7,458                                           | 14,399                       | 661,155                                                 | 0,208                                        | 1,572                                     | 305,557                           |
| 0,570           | 48,610                                     | 101,680                                             | 2325,480                      | 3603,000              | 96,790                       | 23,450                               | 1,625                                    | 2,318                                                   | 11,768                            | 7,408                                           | 14,180                       | 619,005                                                 | 0,205                                        | 1,591                                     | 304,767                           |
| 0,600           | 48,480                                     | 101,060                                             | 2319,080                      | 3920,000              | 101,890                      | 24,620                               | 1,815                                    | 2,438                                                   | 12,728                            | 7,348                                           | 14,024                       | 583,185                                                 | 0,203                                        | 1,602                                     | 303,807                           |
| 0,630           | 48,420                                     | 100,450                                             | 2316,280                      | 4232,000              | 106,890                      | 25,810                               | 2,015                                    | 2,558                                                   | 13,648                            | 7,298                                           | 13,766                       | 546,235                                                 | 0,200                                        | 1,627                                     | 303,187                           |
| 0,660           | 48,250                                     | 99,830                                              | 2307,880                      | 4531,000              | 111,990                      | 26,950                               | 2,215                                    | 2,668                                                   | 14,508                            | 7,248                                           | 13,617                       | 517,565                                                 | 0,198                                        | 1,639                                     | 302,497                           |
| 0,690           | 48,170                                     | 99,220                                              | 2303,780                      | 4822,000              | 116,990                      | 28,110                               | 2,415                                    | 2,788                                                   | 15,378                            | 7,218                                           | 13,468                       | 490,885                                                 | 0,197                                        | 1,652                                     | 301,797                           |
| 0,720           | 48,070                                     | 98,600                                              | 2299,280                      | 5134,000              | 121,990                      | 29,260                               | 2,635                                    | 2,898                                                   | 16,268                            | 7,168                                           | 13,273                       | 464,905                                                 | 0,194                                        | 1,671                                     | 301,157                           |
| 0,750           | 48,030                                     | 97,980                                              | 2296,980                      | 5451,000              | 127,090                      | 30,460                               | 2,865                                    | 3,018                                                   | 17,148                            | 7,118                                           | 13,249                       | 445,815                                                 | 0,194                                        | 1,670                                     | 300,417                           |
| 0,780           | 47,910                                     | 97,370                                              | 2291,280                      | 5753,000              | 132,090                      | 31,580                               | 3,095                                    | 3,138                                                   | 17,978                            | 7,068                                           | 13,382                       | 434,255                                                 | 0,196                                        | 1,652                                     | 299,767                           |
| 0,810           | 47,850                                     | 97,060                                              | 2288,180                      | 6056,000              | 137,090                      | 32,740                               | 3,335                                    | 3,248                                                   | 18,848                            | 7,038                                           | 13,633                       | 426,585                                                 | 0,200                                        | 1,621                                     | 299,147                           |
| 0,840           | 47,790                                     | 96,440                                              | 2285,580                      | 6348,000              | 142,190                      | 33,920                               | 3,585                                    | 3,368                                                   | 19,668                            | 7,008                                           | 13,875                       | 418,935                                                 | 0,204                                        | 1,592                                     | 298,527                           |
| 0,870           | 47,740                                     | 95,830                                              | 2283,120                      | 6655,000              | 147,190                      | 35,080                               | 3,835                                    | 3,488                                                   | 20,478                            | 6,958                                           | 14,031                       | 409,565                                                 | 0,207                                        | 1,573                                     | 297,957                           |
| 0,900           | 47,720                                     | 95,520                                              | 2281,880                      | 6952,000              | 152,190                      | 36,260                               | 4,095                                    | 3,598                                                   | 21,308                            | 6,928                                           | 14,164                       | 399,945                                                 | 0,209                                        | 1,556                                     | 297,237                           |
| 0,930           | 47,660                                     | 94,900                                              | 2278,880                      | 7254,000              | 157,290                      | 37,430                               | 4,375                                    | 3,718                                                   | 22,138                            | 6,898                                           | 14,344                       | 392,305                                                 | 0,212                                        | 1,535                                     | 296,467                           |
| 0,960           | 47,600                                     | 94,290                                              | 2276,280                      | 7557,000              | 162,290                      | 38,580                               | 4,645                                    | 3,838                                                   | 22,898                            | 6,848                                           | 14,438                       | 383,085                                                 | 0,213                                        | 1,523                                     | 295,877                           |
| 0,990           | 47,580                                     | 93,980                                              | 2274,980                      | 7869,000              | 167,390                      | 39,780                               | 4,945                                    | 3,958                                                   | 23,738                            | 6,818                                           | 14,454                       | 371,965                                                 | 0,214                                        | 1,518                                     | 295,207                           |
| 1,020           | 47,520                                     | 93,360                                              | 2271,980                      | 8172,000              | 172,390                      | 40,910                               | 5,225                                    | 4,068                                                   | 24,478                            | 6,768                                           | 14,469                       | 362,085                                                 | 0,214                                        | 1,514                                     | 294,507                           |
| 1,050           | 47,440                                     | 92,750                                              | 2268,080                      | 8483,000              | 177,390                      | 42,030                               | 5,535                                    | 4,178                                                   | 25,298                            | 6,738                                           | 14,523                       | 353,765                                                 | 0,215                                        | 1,504                                     | 293,627                           |
| 1,080           | 47,330                                     | 92,130                                              | 2262,880                      | 8786,000              | 182,490                      | 43,150                               | 5,835                                    | 4,288                                                   | 26,018                            | 6,688                                           | 14,430                       | 342,445                                                 | 0,214                                        | 1,507                                     | 292,357                           |
| 1,110           | 47,270                                     | 91,510                                              | 2259,780                      | 9098,000              | 187,490                      | 44,270                               | 6,145                                    | 4,408                                                   | 26,748                            | 6,638                                           | 14,383                       | 332,755                                                 | 0,214                                        | 1,507                                     | 291,287                           |
| 1,140           | 47,080                                     | 90,900                                              | 2250,560                      | 9390,000              | 192,490                      | 45,270                               | 6,445                                    | 4,508                                                   | 27,418                            | 6,588                                           | 14,336                       | 324,395                                                 | 0,214                                        | 1,508                                     | 290,667                           |
| 1,170           | 47,030                                     | 90,590                                              | 2248,080                      | 9683,000              | 197,590                      | 46,420                               | 6,775                                    | 4,618                                                   | 28,148                            | 6,558                                           | 14,305                       | 315,725                                                 | 0,214                                        | 1,508                                     | 289,997                           |
| 1,200           | 46,960                                     | 89,970                                              | 2244,580                      | 10015,000             | 202,590                      | 47,530                               | 7,115                                    | 4,728                                                   | 28,898                            | 6,508                                           | 14,204                       | 306,255                                                 | 0,213                                        | 1,514                                     | 289,137                           |
| 1,230           | 46,870                                     | 89,360                                              | 2240,280                      | 10327,000             | 207,690                      | 48,630                               | 7,455                                    | 4,838                                                   | 29,588                            | 6,458                                           | 14,102                       | 297,255                                                 | 0,212                                        | 1,522                                     | 288,827                           |
| 1,260           | 46,750                                     | 88,740                                              | 2234,180                      | 10629,000             | 212,690                      | 49,670                               | 7,785                                    | 4,948                                                   | 30,228                            | 6,408                                           | 14,047                       | 289,955                                                 | 0,211                                        | 1,527                                     | 288,797                           |

| Время,<br>(t) с | Обороты<br>заднего<br>колеса,<br>(n) мин-1 | Обороты<br>копирую-<br>щего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>двигателя<br>мин-1 | Усилие на<br>крюке, Н | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность<br>двигате-<br>ля, кВт | Мощ-<br>ность на<br>буксова-<br>ние, кВт | Мощ-<br>ность на<br>потери в<br>транс-<br>миссии<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>крюке,<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>качение<br>трактора,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топли-<br>ва,<br>г/кВтча<br>с | Цик-<br>ловая<br>пода-<br>ча,<br>г/цикл | Коэф-<br>ф из-<br>быт-<br>ка<br>воз-<br>духа | Расход<br>возду-<br>ха,<br>кг/час |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1,290           | 46,660                                     | 88,130                                              | 2229,880                      | 10917,000             | 217,690                      | 50,750                               | 8,135                                    | 5,048                                                   | 30,908                            | 6,378                                           | 13,992                       | 282,735                                                  | 0,211                                   | 1,533                                        | 288,897                           |
| 1,320           | 46,550                                     | 87,510                                              | 2224,380                      | 11214,000             | 222,790                      | 51,810                               | 8,475                                    | 5,158                                                   | 31,518                            | 6,338                                           | 13,914                       | 275,465                                                  | 0,210                                   | 1,542                                        | 289,087                           |
| 1,350           | 46,440                                     | 86,890                                              | 2218,980                      | 11526,000             | 227,790                      | 52,850                               | 8,835                                    | 5,258                                                   | 32,158                            | 6,288                                           | 13,828                       | 268,455                                                  | 0,210                                   | 1,551                                        | 289,157                           |
| 1,380           | 46,330                                     | 86,280                                              | 2213,780                      | 11975,000             | 235,290                      | 54,470                               | 9,315                                    | 5,428                                                   | 33,158                            | 6,238                                           | 13,773                       | 259,505                                                  | 0,209                                   | 1,558                                        | 289,517                           |
| 1,410           | 46,260                                     | 85,970                                              | 2210,180                      | 12258,000             | 240,090                      | 55,490                               | 9,685                                    | 5,528                                                   | 33,788                            | 6,208                                           | 13,664                       | 252,795                                                  | 0,208                                   | 1,571                                        | 289,687                           |
| 1,440           | 46,200                                     | 85,350                                              | 2207,380                      | 12444,000             | 242,890                      | 56,070                               | 9,965                                    | 5,588                                                   | 34,048                            | 6,158                                           | 13,570                       | 248,515                                                  | 0,207                                   | 1,581                                        | 289,877                           |
| 1,470           | 46,190                                     | 84,740                                              | 2207,080                      | 12626,000             | 245,890                      | 56,750                               | 10,275                                   | 5,648                                                   | 34,388                            | 6,128                                           | 13,531                       | 244,875                                                  | 0,206                                   | 1,586                                        | 290,067                           |
| 1,500           | 46,190                                     | 84,430                                              | 2207,080                      | 12756,000             | 247,990                      | 57,240                               | 10,545                                   | 5,698                                                   | 34,578                            | 6,108                                           | 13,515                       | 242,515                                                  | 0,206                                   | 1,588                                        | 290,067                           |
| 1,530           | 46,190                                     | 84,430                                              | 2206,780                      | 12840,000             | 249,490                      | 57,580                               | 10,575                                   | 5,738                                                   | 34,838                            | 6,108                                           | 13,531                       | 241,365                                                  | 0,206                                   | 1,587                                        | 290,187                           |
| 1,560           | 46,210                                     | 84,740                                              | 2207,780                      | 12923,000             | 250,790                      | 57,910                               | 10,605                                   | 5,768                                                   | 35,098                            | 6,118                                           | 13,547                       | 240,275                                                  | 0,206                                   | 1,586                                        | 290,397                           |
| 1,590           | 46,240                                     | 84,740                                              | 2209,180                      | 12977,000             | 251,790                      | 58,170                               | 10,615                                   | 5,798                                                   | 35,288                            | 6,118                                           | 13,601                       | 240,145                                                  | 0,207                                   | 1,582                                        | 290,687                           |
| 1,620           | 46,250                                     | 84,740                                              | 2210,080                      | 13040,000             | 252,590                      | 58,380                               | 10,625                                   | 5,818                                                   | 35,488                            | 6,128                                           | 13,640                       | 239,955                                                  | 0,208                                   | 1,578                                        | 290,707                           |
| 1,650           | 46,300                                     | 85,050                                              | 2212,480                      | 13022,000             | 252,690                      | 58,470                               | 10,605                                   | 5,828                                                   | 35,578                            | 6,158                                           | 13,719                       | 240,945                                                  | 0,209                                   | 1,571                                        | 290,897                           |
| 1,680           | 46,300                                     | 85,350                                              | 2212,180                      | 13018,000             | 252,690                      | 58,460                               | 10,565                                   | 5,818                                                   | 35,608                            | 6,158                                           | 13,805                       | 242,455                                                  | 0,210                                   | 1,562                                        | 290,877                           |
| 1,710           | 46,320                                     | 85,350                                              | 2213,080                      | 12997,000             | 252,390                      | 58,420                               | 10,515                                   | 5,818                                                   | 35,588                            | 6,168                                           | 13,947                       | 245,055                                                  | 0,212                                   | 1,548                                        | 291,067                           |
| 1,740           | 46,320                                     | 85,350                                              | 2213,080                      | 12940,000             | 251,490                      | 58,210                               | 10,435                                   | 5,798                                                   | 35,468                            | 6,178                                           | 14,008                       | 246,985                                                  | 0,213                                   | 1,543                                        | 291,187                           |
| 1,770           | 46,340                                     | 85,350                                              | 2214,480                      | 12909,000             | 250,690                      | 58,060                               | 10,365                                   | 5,778                                                   | 35,418                            | 6,178                                           | 14,071                       | 248,705                                                  | 0,214                                   | 1,536                                        | 291,167                           |
| 1,800           | 46,370                                     | 85,660                                              | 2215,580                      | 12797,000             | 248,690                      | 57,620                               | 10,245                                   | 5,738                                                   | 35,148                            | 6,188                                           | 14,086                       | 250,855                                                  | 0,214                                   | 1,536                                        | 291,337                           |
| 1,830           | 46,390                                     | 85,970                                              | 2216,980                      | 12610,000             | 246,090                      | 57,050                               | 10,085                                   | 5,678                                                   | 34,768                            | 6,208                                           | 14,078                       | 253,205                                                  | 0,214                                   | 1,537                                        | 291,487                           |
| 1,860           | 46,440                                     | 85,970                                              | 2218,980                      | 12416,000             | 242,690                      | 56,310                               | 9,895                                    | 5,608                                                   | 34,268                            | 6,218                                           | 14,055                       | 256,095                                                  | 0,213                                   | 1,539                                        | 291,457                           |
| 1,890           | 46,480                                     | 85,970                                              | 2221,080                      | 12262,000             | 239,790                      | 55,690                               | 9,735                                    | 5,548                                                   | 33,878                            | 6,228                                           | 13,977                       | 257,525                                                  | 0,212                                   | 1,548                                        | 291,547                           |
| 1,920           | 46,520                                     | 86,280                                              | 2223,180                      | 12067,000             | 236,890                      | 55,070                               | 9,575                                    | 5,488                                                   | 33,468                            | 6,248                                           | 13,953                       | 259,975                                                  | 0,211                                   | 1,551                                        | 291,657                           |
| 1,950           | 46,550                                     | 86,590                                              | 2224,480                      | 11951,000             | 234,990                      | 54,660                               | 9,445                                    | 5,438                                                   | 33,178                            | 6,258                                           | 13,901                       | 260,955                                                  | 0,210                                   | 1,556                                        | 291,687                           |
| 1,980           | 46,550                                     | 86,590                                              | 2224,680                      | 11928,000             | 234,490                      | 54,550                               | 9,395                                    | 5,428                                                   | 33,148                            | 6,258                                           | 13,840                       | 260,355                                                  | 0,209                                   | 1,562                                        | 291,727                           |
| 2,010           | 46,570                                     | 86,590                                              | 2225,380                      | 11940,000             | 234,590                      | 54,590                               | 9,375                                    | 5,438                                                   | 33,218                            | 6,268                                           | 13,780                       | 259,065                                                  | 0,208                                   | 1,569                                        | 291,737                           |
| 2,040           | 46,580                                     | 86,890                                              | 2226,280                      | 11936,000             | 234,590                      | 54,610                               | 9,335                                    | 5,438                                                   | 33,238                            | 6,278                                           | 13,750                       | 258,425                                                  | 0,208                                   | 1,573                                        | 291,927                           |
| 2,070           | 46,600                                     | 86,890                                              | 2227,080                      | 11965,000             | 234,990                      | 54,720                               | 9,325                                    | 5,448                                                   | 33,358                            | 6,278                                           | 13,682                       | 256,655                                                  | 0,207                                   | 1,581                                        | 292,097                           |
| 2,100           | 46,610                                     | 86,890                                              | 2227,480                      | 11995,000             | 235,390                      | 54,830                               | 9,315                                    | 5,458                                                   | 33,468                            | 6,288                                           | 13,674                       | 256,005                                                  | 0,207                                   | 1,582                                        | 292,267                           |
| 2,130           | 46,660                                     | 87,200                                              | 2229,780                      | 12008,000             | 236,190                      | 55,070                               | 9,315                                    | 5,488                                                   | 33,638                            | 6,318                                           | 13,652                       | 254,495                                                  | 0,206                                   | 1,585                                        | 292,357                           |
| 2,160           | 46,670                                     | 87,510                                              | 2230,380                      | 12089,000             | 237,290                      | 55,340                               | 9,345                                    | 5,508                                                   | 33,898                            | 6,318                                           | 13,719                       | 254,475                                                  | 0,207                                   | 1,579                                        | 292,457                           |
| 2,190           | 46,700                                     | 87,510                                              | 2231,880                      | 12161,000             | 238,590                      | 55,680                               | 9,365                                    | 5,548                                                   | 34,138                            | 6,328                                           | 13,750                       | 253,485                                                  | 0,207                                   | 1,577                                        | 292,787                           |
| 2,220           | 46,710                                     | 87,510                                              | 2232,580                      | 12251,000             | 240,190                      | 56,070                               | 9,395                                    | 5,588                                                   | 34,418                            | 6,338                                           | 13,765                       | 252,005                                                  | 0,207                                   | 1,576                                        | 292,867                           |
| 2,250           | 46,720                                     | 87,510                                              | 2232,880                      | 12322,000             | 241,290                      | 56,340                               | 9,415                                    | 5,608                                                   | 34,658                            | 6,338                                           | 13,817                       | 251,725                                                  | 0,208                                   | 1,570                                        | 292,737                           |
| 2,280           | 46,730                                     | 87,820                                              | 2233,380                      | 12400,000             | 242,690                      | 56,680                               | 9,445                                    | 5,648                                                   | 34,908                            | 6,348                                           | 13,840                       | 250,635                                                  | 0,208                                   | 1,568                                        | 292,897                           |
| 2,310           | 46,750                                     | 87,820                                              | 2234,580                      | 12477,000             | 243,890                      | 56,990                               | 9,465                                    | 5,678                                                   | 35,168                            | 6,358                                           | 13,909                       | 250,495                                                  | 0,209                                   | 1,562                                        | 292,997                           |
| 2,340           | 46,760                                     | 87,820                                              | 2234,780                      | 12577,000             | 245,490                      | 57,370                               | 9,505                                    | 5,718                                                   | 35,478                            | 6,358                                           | 13,938                       | 249,355                                                  | 0,210                                   | 1,558                                        | 292,957                           |
| 2,370           | 46,720                                     | 88,130                                              | 2233,080                      | 12655,000             | 246,890                      | 57,650                               | 9,525                                    | 5,738                                                   | 35,738                            | 6,368                                           | 13,913                       | 247,715                                                  | 0,210                                   | 1,561                                        | 292,997                           |
| 2,400           | 46,720                                     | 88,130                                              | 2233,080                      | 12710,000             | 247,890                      | 57,890                               | 9,535                                    | 5,768                                                   | 35,928                            | 6,368                                           | 13,938                       | 247,125                                                  | 0,210                                   | 1,558                                        | 292,897                           |
| 2,430           | 46,690                                     | 88,130                                              | 2231,380                      | 12737,000             | 248,590                      | 58,010                               | 9,515                                    | 5,778                                                   | 36,048                            | 6,378                                           | 13,916                       | 246,245                                                  | 0,210                                   | 1,560                                        | 292,877                           |
| 2,460           | 46,670                                     | 88,130                                              | 2230,380                      | 12768,000             | 249,190                      | 58,120                               | 9,505                                    | 5,788                                                   | 36,168                            | 6,388                                           | 13,847                       | 244,585                                                  | 0,209                                   | 1,567                                        | 292,797                           |
| 2,490           | 46,660                                     | 88,430                                              | 2229,880                      | 12782,000             | 249,490                      | 58,180                               | 9,475                                    | 5,798                                                   | 36,248                            | 6,388                                           | 13,825                       | 243,965                                                  | 0,209                                   | 1,569                                        | 292,707                           |
| 2,520           | 46,650                                     | 88,430                                              | 2229,480                      | 12750,000             | 249,190                      | 58,100                               | 9,415                                    | 5,788                                                   | 36,188                            | 6,398                                           | 13,810                       | 244,035                                                  | 0,208                                   | 1,570                                        | 292,647                           |
| 2,550           | 46,620                                     | 88,130                                              | 2228,180                      | 12751,000             | 248,590                      | 57,930                               | 9,355                                    | 5,768                                                   | 36,128                            | 6,388                                           | 13,787                       | 244,345                                                  | 0,208                                   | 1,571                                        | 292,337                           |
| 2,580           | 46,620                                     | 88,430                                              | 2227,780                      | 12702,000             | 247,990                      | 57,770                               | 9,285                                    | 5,758                                                   | 36,028                            | 6,398                                           | 13,765                       | 244,635                                                  | 0,208                                   | 1,572                                        | 292,047                           |
| 2,610           | 46,570                                     | 88,430                                              | 2225,780                      | 12604,000             | 246,390                      | 57,350                               | 9,175                                    | 5,708                                                   | 35,778                            | 6,398                                           | 13,735                       | 245,895                                                  | 0,208                                   | 1,573                                        | 291,647                           |
| 2,640           | 46,540                                     | 88,430                                              | 2224,280                      | 12478,000             | 244,490                      | 56,870                               | 9,115                                    | 5,668                                                   | 35,388                            | 6,398                                           | 13,682                       | 247,025                                                  | 0,207                                   | 1,577                                        | 291,407                           |
| 2,670           | 46,520                                     | 88,130                                              | 2222,980                      | 12368,000             | 242,690                      | 56,420                               | 9,075                                    | 5,618                                                   | 35,038                            | 6,388                                           | 13,689                       | 249,105                                                  | 0,207                                   | 1,575                                        | 291,047                           |
| 2,700           | 46,480                                     | 87,820                                              | 2221,280                      | 12300,000             | 241,090                      | 56,000                               | 9,035                                    | 5,578                                                   | 34,718                            | 6,358                                           | 13,719                       | 251,495                                                  | 0,208                                   | 1,571                                        | 290,857                           |
| 2,730           | 46,450                                     | 87,820                                              | 2219,780                      | 12220,000             | 239,790                      | 55,660                               | 9,005                                    | 5,538                                                   | 34,458                            | 6,358                                           | 13,674                       | 252,205                                                  | 0,207                                   | 1,573                                        | 290,477                           |
| 2,760           | 46,450                                     | 87,820                                              | 2219,780                      | 12167,000             | 238,790                      | 55,430                               | 9,005                                    | 5,518                                                   | 34,268                            | 6,348                                           | 13,689                       | 253,515                                                  | 0,207                                   | 1,571                                        | 290,327                           |

| Время,<br>(t) с | Обороты<br>заднего<br>колеса,<br>(n) мин-1 | Обороты<br>копирую-<br>щего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>двигателя<br>мин-1 | Усилие на<br>крюке, Н | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность<br>двигате-<br>ля, кВт | Мощ-<br>ность на<br>буксова-<br>ние, кВт | Мощ-<br>ность на<br>потери в<br>транс-<br>миссии<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>крюке,<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>качение<br>трактора,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топли-<br>ва,<br>г/кВтча<br>с | Цик-<br>ловая<br>пода-<br>ча,<br>г/цикл | Коэф-<br>физ-<br>мента<br>воз-<br>духа | Расход<br>возду-<br>ха,<br>кг/час |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| 2,790           | 46,420                                     | 87,820                                              | 2217,980                      | 12135,000             | 238,490                      | 55,310                               | 9,015                                    | 5,508                                                   | 34,148                            | 6,338                                           | 13,719                       | 254,605                                                  | 0,208                                   | 1,565                                  | 289,807                           |
| 2,820           | 46,390                                     | 87,510                                              | 2216,580                      | 12178,000             | 239,290                      | 55,460                               | 9,085                                    | 5,518                                                   | 34,238                            | 6,338                                           | 13,772                       | 254,885                                                  | 0,209                                   | 1,559                                  | 289,617                           |
| 2,850           | 46,420                                     | 87,510                                              | 2218,180                      | 12161,000             | 238,890                      | 55,410                               | 9,105                                    | 5,518                                                   | 34,148                            | 6,328                                           | 13,855                       | 256,615                                                  | 0,210                                   | 1,548                                  | 289,107                           |
| 2,880           | 46,430                                     | 87,510                                              | 2218,480                      | 12196,000             | 239,390                      | 55,530                               | 9,165                                    | 5,528                                                   | 34,218                            | 6,328                                           | 13,926                       | 257,345                                                  | 0,211                                   | 1,539                                  | 288,727                           |
| 2,910           | 46,450                                     | 87,200                                              | 2219,580                      | 12267,000             | 240,490                      | 55,820                               | 9,255                                    | 5,558                                                   | 34,378                            | 6,318                                           | 13,953                       | 256,495                                                  | 0,211                                   | 1,537                                  | 288,777                           |
| 2,940           | 46,460                                     | 87,200                                              | 2220,180                      | 12349,000             | 241,790                      | 56,140                               | 9,345                                    | 5,588                                                   | 34,578                            | 6,308                                           | 13,926                       | 254,565                                                  | 0,211                                   | 1,540                                  | 288,847                           |
| 2,970           | 46,460                                     | 87,200                                              | 2220,080                      | 12438,000             | 243,190                      | 56,460                               | 9,455                                    | 5,618                                                   | 34,788                            | 6,308                                           | 13,923                       | 253,075                                                  | 0,211                                   | 1,540                                  | 288,947                           |
| 3,000           | 46,470                                     | 87,200                                              | 2220,480                      | 12561,000             | 245,190                      | 56,930                               | 9,585                                    | 5,668                                                   | 35,098                            | 6,298                                           | 13,885                       | 250,335                                                  | 0,210                                   | 1,545                                  | 289,087                           |
| 3,030           | 46,480                                     | 86,890                                              | 2221,280                      | 12644,000             | 246,490                      | 57,260                               | 9,685                                    | 5,698                                                   | 35,288                            | 6,288                                           | 13,878                       | 248,775                                                  | 0,210                                   | 1,547                                  | 289,327                           |
| 3,060           | 46,500                                     | 86,890                                              | 2222,280                      | 12744,000             | 248,090                      | 57,660                               | 9,795                                    | 5,738                                                   | 35,538                            | 6,288                                           | 13,847                       | 246,525                                                  | 0,210                                   | 1,550                                  | 289,447                           |
| 3,090           | 46,550                                     | 86,890                                              | 2224,580                      | 12775,000             | 248,690                      | 57,860                               | 9,885                                    | 5,758                                                   | 35,688                            | 6,298                                           | 13,825                       | 245,305                                                  | 0,209                                   | 1,553                                  | 289,467                           |
| 3,120           | 46,580                                     | 86,890                                              | 2225,830                      | 12771,000             | 248,690                      | 57,890                               | 9,915                                    | 5,768                                                   | 35,638                            | 6,288                                           | 13,832                       | 245,295                                                  | 0,209                                   | 1,553                                  | 289,617                           |
| 3,150           | 46,610                                     | 86,890                                              | 2227,380                      | 12759,000             | 248,390                      | 57,860                               | 9,945                                    | 5,758                                                   | 35,568                            | 6,278                                           | 13,780                       | 244,525                                                  | 0,208                                   | 1,559                                  | 289,727                           |
| 3,180           | 46,620                                     | 86,890                                              | 2228,180                      | 12748,000             | 248,090                      | 57,810                               | 9,965                                    | 5,758                                                   | 35,498                            | 6,278                                           | 13,780                       | 244,735                                                  | 0,208                                   | 1,559                                  | 289,847                           |
| 3,210           | 46,640                                     | 86,890                                              | 2228,880                      | 12696,000             | 247,790                      | 57,760                               | 9,995                                    | 5,748                                                   | 35,418                            | 6,288                                           | 13,750                       | 244,425                                                  | 0,208                                   | 1,563                                  | 290,017                           |
| 3,240           | 46,660                                     | 86,890                                              | 2229,780                      | 12690,000             | 247,590                      | 57,730                               | 10,025                                   | 5,748                                                   | 35,368                            | 6,278                                           | 13,712                       | 243,885                                                  | 0,207                                   | 1,568                                  | 290,277                           |
| 3,270           | 46,690                                     | 86,890                                              | 2231,380                      | 12653,000             | 246,690                      | 57,560                               | 10,035                                   | 5,728                                                   | 35,228                            | 6,278                                           | 13,750                       | 245,265                                                  | 0,207                                   | 1,565                                  | 290,307                           |
| 3,300           | 46,710                                     | 86,590                                              | 2232,280                      | 12612,000             | 245,890                      | 57,400                               | 10,035                                   | 5,718                                                   | 35,078                            | 6,268                                           | 13,697                       | 245,015                                                  | 0,206                                   | 1,571                                  | 290,477                           |
| 3,330           | 46,740                                     | 86,590                                              | 2233,780                      | 12635,000             | 245,890                      | 57,440                               | 10,085                                   | 5,718                                                   | 35,108                            | 6,258                                           | 13,689                       | 244,705                                                  | 0,206                                   | 1,572                                  | 290,517                           |
| 3,360           | 46,740                                     | 86,590                                              | 2233,880                      | 12627,000             | 245,790                      | 57,420                               | 10,115                                   | 5,718                                                   | 35,048                            | 6,258                                           | 13,689                       | 244,795                                                  | 0,206                                   | 1,573                                  | 290,737                           |
| 3,390           | 46,750                                     | 86,590                                              | 2234,280                      | 12630,000             | 245,790                      | 57,430                               | 10,085                                   | 5,718                                                   | 35,088                            | 6,258                                           | 13,787                       | 246,465                                                  | 0,208                                   | 1,563                                  | 290,697                           |
| 3,420           | 46,730                                     | 86,590                                              | 2233,480                      | 12602,000             | 245,690                      | 57,380                               | 10,025                                   | 5,718                                                   | 35,048                            | 6,268                                           | 13,855                       | 247,865                                                  | 0,209                                   | 1,556                                  | 290,837                           |
| 3,450           | 46,730                                     | 86,890                                              | 2233,580                      | 12605,000             | 245,590                      | 57,360                               | 9,995                                    | 5,708                                                   | 35,088                            | 6,278                                           | 13,926                       | 249,185                                                  | 0,210                                   | 1,550                                  | 290,927                           |
| 3,480           | 46,710                                     | 86,890                                              | 2232,280                      | 12597,000             | 245,590                      | 57,330                               | 9,955                                    | 5,708                                                   | 35,108                            | 6,278                                           | 13,945                       | 249,645                                                  | 0,210                                   | 1,547                                  | 290,827                           |
| 3,510           | 46,690                                     | 86,890                                              | 2231,580                      | 12580,000             | 245,490                      | 57,290                               | 9,905                                    | 5,708                                                   | 35,098                            | 6,288                                           | 13,945                       | 249,825                                                  | 0,210                                   | 1,548                                  | 290,997                           |
| 3,540           | 46,630                                     | 86,890                                              | 2228,640                      | 12592,000             | 245,490                      | 57,210                               | 9,845                                    | 5,698                                                   | 35,068                            | 6,278                                           | 13,926                       | 249,835                                                  | 0,210                                   | 1,551                                  | 291,137                           |
| 3,570           | 46,600                                     | 86,890                                              | 2226,980                      | 12585,000             | 245,390                      | 57,150                               | 9,805                                    | 5,688                                                   | 35,078                            | 6,278                                           | 13,893                       | 249,515                                                  | 0,210                                   | 1,555                                  | 291,267                           |
| 3,600           | 46,580                                     | 86,890                                              | 2225,880                      | 12567,000             | 245,290                      | 57,100                               | 9,755                                    | 5,688                                                   | 35,068                            | 6,288                                           | 13,878                       | 249,475                                                  | 0,210                                   | 1,557                                  | 291,477                           |
| 3,630           | 46,530                                     | 86,890                                              | 2223,780                      | 12550,000             | 245,290                      | 57,040                               | 9,705                                    | 5,678                                                   | 35,058                            | 6,298                                           | 13,847                       | 249,185                                                  | 0,209                                   | 1,562                                  | 291,767                           |
| 3,660           | 46,520                                     | 87,200                                              | 2222,880                      | 12542,000             | 245,190                      | 57,000                               | 9,665                                    | 5,678                                                   | 35,068                            | 6,298                                           | 13,817                       | 248,835                                                  | 0,209                                   | 1,565                                  | 291,847                           |
| 3,690           | 46,490                                     | 86,890                                              | 2221,780                      | 12564,000             | 245,090                      | 56,940                               | 9,615                                    | 5,668                                                   | 35,068                            | 6,288                                           | 13,832                       | 249,355                                                  | 0,209                                   | 1,565                                  | 292,017                           |
| 3,720           | 46,510                                     | 87,200                                              | 2222,680                      | 12567,000             | 245,090                      | 56,970                               | 9,585                                    | 5,678                                                   | 35,118                            | 6,298                                           | 13,832                       | 249,225                                                  | 0,209                                   | 1,565                                  | 292,107                           |
| 3,750           | 46,520                                     | 87,510                                              | 2222,880                      | 12519,000             | 244,990                      | 56,950                               | 9,545                                    | 5,668                                                   | 35,108                            | 6,318                                           | 13,825                       | 249,195                                                  | 0,209                                   | 1,566                                  | 292,217                           |
| 3,780           | 46,530                                     | 87,510                                              | 2223,680                      | 12522,000             | 244,990                      | 56,970                               | 9,505                                    | 5,678                                                   | 35,158                            | 6,328                                           | 13,825                       | 249,105                                                  | 0,209                                   | 1,566                                  | 292,247                           |
| 3,810           | 46,560                                     | 87,510                                              | 2225,280                      | 12524,000             | 244,890                      | 56,990                               | 9,475                                    | 5,678                                                   | 35,198                            | 6,338                                           | 13,802                       | 248,615                                                  | 0,209                                   | 1,569                                  | 292,307                           |
| 3,840           | 46,550                                     | 87,510                                              | 2224,680                      | 12517,000             | 244,890                      | 56,970                               | 9,435                                    | 5,678                                                   | 35,218                            | 6,338                                           | 13,780                       | 248,315                                                  | 0,208                                   | 1,571                                  | 292,277                           |
| 3,870           | 46,580                                     | 87,820                                              | 2226,280                      | 12519,000             | 244,790                      | 56,990                               | 9,395                                    | 5,678                                                   | 35,258                            | 6,348                                           | 13,757                       | 247,825                                                  | 0,208                                   | 1,574                                  | 292,337                           |
| 3,900           | 46,600                                     | 87,820                                              | 2227,080                      | 12522,000             | 244,690                      | 56,990                               | 9,365                                    | 5,678                                                   | 35,298                            | 6,358                                           | 13,780                       | 248,225                                                  | 0,208                                   | 1,571                                  | 292,157                           |
| 3,930           | 46,610                                     | 87,820                                              | 2227,380                      | 12514,000             | 244,690                      | 56,990                               | 9,325                                    | 5,678                                                   | 35,318                            | 6,358                                           | 13,780                       | 248,225                                                  | 0,208                                   | 1,571                                  | 292,157                           |
| 3,960           | 46,640                                     | 88,130                                              | 2228,940                      | 12507,000             | 244,590                      | 57,010                               | 9,305                                    | 5,678                                                   | 35,428                            | 6,388                                           | 13,780                       | 248,145                                                  | 0,208                                   | 1,570                                  | 291,957                           |
| 3,990           | 46,670                                     | 88,430                                              | 2230,680                      | 12499,000             | 244,590                      | 57,050                               | 9,265                                    | 5,678                                                   | 35,438                            | 6,388                                           | 13,735                       | 247,175                                                  | 0,207                                   | 1,574                                  | 291,897                           |
| 4,020           | 46,680                                     | 88,430                                              | 2231,080                      | 12492,000             | 244,490                      | 57,040                               | 9,225                                    | 5,678                                                   | 35,458                            | 6,398                                           | 13,689                       | 246,415                                                  | 0,206                                   | 1,578                                  | 291,647                           |
| 4,050           | 46,710                                     | 88,430                                              | 2232,580                      | 12484,000             | 244,390                      | 57,060                               | 9,185                                    | 5,678                                                   | 35,468                            | 6,408                                           | 13,689                       | 246,325                                                  | 0,206                                   | 1,578                                  | 291,667                           |
| 4,080           | 46,720                                     | 88,740                                              | 2232,680                      | 12487,000             | 244,390                      | 57,060                               | 9,145                                    | 5,678                                                   | 35,518                            | 6,408                                           | 13,704                       | 246,585                                                  | 0,206                                   | 1,576                                  | 291,547                           |
| 4,110           | 46,720                                     | 88,740                                              | 2232,680                      | 12479,000             | 244,290                      | 57,040                               | 9,105                                    | 5,678                                                   | 35,528                            | 6,418                                           | 13,727                       | 247,075                                                  | 0,207                                   | 1,572                                  | 291,287                           |
| 4,140           | 46,710                                     | 88,740                                              | 2232,580                      | 12482,000             | 244,290                      | 57,030                               | 9,075                                    | 5,678                                                   | 35,568                            | 6,428                                           | 13,765                       | 247,795                                                  | 0,207                                   | 1,568                                  | 291,237                           |
| 4,170           | 46,690                                     | 88,740                                              | 2231,380                      | 12464,000             | 244,190                      | 56,980                               | 9,025                                    | 5,678                                                   | 35,558                            | 6,428                                           | 13,832                       | 249,185                                                  | 0,209                                   | 1,561                                  | 291,237                           |
| 4,200           | 46,660                                     | 89,050                                              | 2229,780                      | 12464,000             | 244,290                      | 56,960                               | 8,985                                    | 5,668                                                   | 35,588                            | 6,438                                           | 13,840                       | 249,415                                                  | 0,209                                   | 1,559                                  | 291,047                           |
| 4,230           | 46,630                                     | 88,740                                              | 2228,490                      | 12483,000             | 244,290                      | 56,930                               | 8,945                                    | 5,668                                                   | 35,578                            | 6,428                                           | 13,885                       | 250,335                                                  | 0,210                                   | 1,554                                  | 290,877                           |
| 4,260           | 46,580                                     | 88,740                                              | 2226,180                      | 12473,000             | 244,390                      | 56,890                               | 8,895                                    | 5,668                                                   | 35,588                            | 6,438                                           | 13,944                       | 251,545                                                  | 0,211                                   | 1,548                                  | 290,947                           |

| Время,<br>(t) с | Обороты<br>заднего<br>колеса,<br>(n) мин-1 | Обороты<br>копирую-<br>щего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>двигателя<br>мин-1 | Усилие на<br>крюке, Н | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность<br>двигате-<br>ля, кВт | Мощ-<br>ность на<br>буксова-<br>ние, кВт | Мощ-<br>ность на<br>потери в<br>транс-<br>миссии<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>крюке,<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>качение<br>трактора,<br>кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удель-<br>ный<br>расход<br>топли-<br>ва,<br>г/кВтча<br>с | Цик-<br>ловая<br>пода-<br>ча,<br>г/цикл | Коэф-<br>физ-<br>и-<br>ка<br>воз-<br>духа | Расход<br>возду-<br>ха,<br>кг/час |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| 4,290           | 46,560                                     | 89,050                                              | 2225,280                      | 12472,000             | 244,390                      | 56,870                               | 8,865                                    | 5,668                                                   | 35,618                            | 6,438                                           | 13,951                       | 251,765                                                  | 0,211                                   | 1,546                                     | 290,757                           |
| 4,320           | 46,550                                     | 89,050                                              | 2224,680                      | 12472,000             | 244,490                      | 56,880                               | 8,825                                    | 5,668                                                   | 35,658                            | 6,448                                           | 13,960                       | 251,875                                                  | 0,211                                   | 1,546                                     | 290,787                           |
| 4,350           | 46,550                                     | 89,050                                              | 2224,680                      | 12471,000             | 244,590                      | 56,900                               | 8,795                                    | 5,668                                                   | 35,688                            | 6,458                                           | 13,930                       | 251,255                                                  | 0,211                                   | 1,550                                     | 291,097                           |
| 4,380           | 46,530                                     | 89,360                                              | 2223,380                      | 12461,000             | 244,590                      | 56,870                               | 8,745                                    | 5,668                                                   | 35,698                            | 6,458                                           | 13,915                       | 251,125                                                  | 0,210                                   | 1,552                                     | 291,117                           |
| 4,410           | 46,520                                     | 89,360                                              | 2223,080                      | 12460,000             | 244,690                      | 56,880                               | 8,715                                    | 5,668                                                   | 35,728                            | 6,468                                           | 13,915                       | 251,085                                                  | 0,211                                   | 1,552                                     | 291,237                           |
| 4,440           | 46,540                                     | 89,360                                              | 2224,180                      | 12465,000             | 244,690                      | 56,910                               | 8,685                                    | 5,668                                                   | 35,778                            | 6,478                                           | 13,908                       | 250,825                                                  | 0,210                                   | 1,553                                     | 291,257                           |
| 4,470           | 46,540                                     | 89,360                                              | 2224,080                      | 12469,000             | 244,790                      | 56,930                               | 8,645                                    | 5,668                                                   | 35,828                            | 6,478                                           | 13,900                       | 250,595                                                  | 0,210                                   | 1,553                                     | 291,067                           |
| 4,500           | 46,560                                     | 89,670                                              | 2224,980                      | 12479,000             | 244,890                      | 56,980                               | 8,615                                    | 5,678                                                   | 35,888                            | 6,488                                           | 13,870                       | 249,855                                                  | 0,210                                   | 1,556                                     | 291,127                           |
| 4,530           | 46,570                                     | 89,670                                              | 2225,480                      | 12478,000             | 244,890                      | 56,990                               | 8,585                                    | 5,678                                                   | 35,928                            | 6,498                                           | 13,900                       | 250,335                                                  | 0,210                                   | 1,552                                     | 290,897                           |
| 4,560           | 46,620                                     | 89,670                                              | 2227,940                      | 12508,000             | 244,990                      | 57,080                               | 8,615                                    | 5,688                                                   | 35,998                            | 6,488                                           | 13,878                       | 249,555                                                  | 0,210                                   | 1,555                                     | 290,957                           |
| 4,590           | 46,650                                     | 89,970                                              | 2229,680                      | 12472,000             | 244,990                      | 57,120                               | 8,625                                    | 5,688                                                   | 35,988                            | 6,508                                           | 13,840                       | 248,715                                                  | 0,209                                   | 1,558                                     | 290,807                           |
| 4,620           | 46,680                                     | 89,970                                              | 2230,780                      | 12477,000             | 245,090                      | 57,170                               | 8,635                                    | 5,698                                                   | 35,998                            | 6,508                                           | 13,878                       | 249,165                                                  | 0,209                                   | 1,554                                     | 290,897                           |
| 4,650           | 46,710                                     | 89,970                                              | 2232,580                      | 12506,000             | 245,090                      | 57,220                               | 8,665                                    | 5,698                                                   | 36,068                            | 6,508                                           | 13,908                       | 249,475                                                  | 0,210                                   | 1,552                                     | 290,927                           |
| 4,680           | 46,720                                     | 89,670                                              | 2232,980                      | 12506,000             | 245,190                      | 57,250                               | 8,675                                    | 5,698                                                   | 36,058                            | 6,508                                           | 13,938                       | 249,875                                                  | 0,210                                   | 1,548                                     | 290,867                           |
| 4,710           | 46,730                                     | 89,670                                              | 2233,480                      | 12516,000             | 245,290                      | 57,290                               | 8,685                                    | 5,708                                                   | 36,078                            | 6,498                                           | 13,938                       | 249,695                                                  | 0,210                                   | 1,548                                     | 290,777                           |
| 4,750           | 46,710                                     | 89,670                                              | 2232,380                      | 12515,000             | 245,290                      | 57,260                               | 8,695                                    | 5,698                                                   | 36,068                            | 6,498                                           | 13,983                       | 250,615                                                  | 0,211                                   | 1,544                                     | 290,957                           |
| 4,770           | 46,710                                     | 89,670                                              | 2232,580                      | 12515,000             | 245,390                      | 57,290                               | 8,705                                    | 5,708                                                   | 36,058                            | 6,498                                           | 14,013                       | 251,015                                                  | 0,211                                   | 1,541                                     | 290,867                           |
| 4,800           | 46,700                                     | 89,670                                              | 2232,180                      | 12524,000             | 245,490                      | 57,300                               | 8,715                                    | 5,708                                                   | 36,078                            | 6,498                                           | 14,060                       | 251,795                                                  | 0,212                                   | 1,537                                     | 290,987                           |
| 4,830           | 46,680                                     | 89,670                                              | 2230,980                      | 12514,000             | 245,490                      | 57,270                               | 8,725                                    | 5,708                                                   | 36,038                            | 6,498                                           | 14,063                       | 251,975                                                  | 0,212                                   | 1,536                                     | 290,867                           |
| 4,860           | 46,670                                     | 89,670                                              | 2230,380                      | 12513,000             | 245,590                      | 57,280                               | 8,725                                    | 5,708                                                   | 36,028                            | 6,498                                           | 14,021                       | 251,195                                                  | 0,211                                   | 1,540                                     | 290,807                           |
| 4,890           | 46,660                                     | 89,670                                              | 2230,180                      | 12523,000             | 245,590                      | 57,280                               | 8,745                                    | 5,708                                                   | 36,048                            | 6,488                                           | 14,006                       | 250,935                                                  | 0,211                                   | 1,541                                     | 290,837                           |
| 4,920           | 46,640                                     | 89,670                                              | 2228,980                      | 12522,000             | 245,690                      | 57,270                               | 8,755                                    | 5,708                                                   | 36,038                            | 6,488                                           | 13,998                       | 250,835                                                  | 0,211                                   | 1,541                                     | 290,727                           |
| 4,950           | 46,610                                     | 89,360                                              | 2227,390                      | 12552,000             | 245,790                      | 57,250                               | 8,755                                    | 5,698                                                   | 36,008                            | 6,468                                           | 13,976                       | 250,535                                                  | 0,211                                   | 1,544                                     | 290,807                           |
| 4,980           | 46,580                                     | 89,360                                              | 2226,080                      | 12551,000             | 245,790                      | 57,220                               | 8,765                                    | 5,698                                                   | 35,998                            | 6,468                                           | 13,923                       | 249,745                                                  | 0,210                                   | 1,549                                     | 290,637                           |
| 5,010           | 46,570                                     | 89,360                                              | 2225,780                      | 12551,000             | 245,890                      | 57,230                               | 8,775                                    | 5,698                                                   | 35,988                            | 6,468                                           | 13,908                       | 249,435                                                  | 0,210                                   | 1,551                                     | 290,897                           |

Таблица 1 – сброс нагрузки.

| Время, (t) с | Обороты заднего колеса, (n) мин-1 | Обороты копирующего колеса, (n) мин-1 | Обороты двигателя мин-1 | Усилие на крюке, Н | Момент двигателя, Нм | Мощность двигателя, кВт | Мощность на буксование, кВт | Мощность на потери в трансмиссии кВт | Мощность на крюке, кВт | Мощность на качение трактора, кВт | Расход топлива, кг/час | Удельный расход топлива, г/кВтчас | Цикловая подача, г/цикл | Коэф. из-бытка воздуха | Расход воздуха, кг/час |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 0            | 45,49                             | 87,18                                 | 2229,8                  | 12614              | 245,4                | 57,3                    | 9,37                        | 5,73                                 | 35,67                  | 6,54                              | 14,319                 | 249,9                             | 0,2141                  | 1,415                  | 293,75                 |
| 0,03         | 45,48                             | 87,48                                 | 2229,3                  | 12459              | 243                  | 56,73                   | 9,09                        | 5,67                                 | 35,39                  | 6,57                              | 14,313                 | 252,3                             | 0,214                   | 1,416                  | 293,87                 |
| 0,06         | 45,51                             | 87,79                                 | 2230,5                  | 12303              | 240,3                | 56,13                   | 8,81                        | 5,61                                 | 35,11                  | 6,6                               | 14,332                 | 255,34                            | 0,2142                  | 1,413                  | 293,73                 |
| 0,09         | 45,52                             | 88,72                                 | 2230,9                  | 12078              | 237,3                | 55,44                   | 8,51                        | 5,54                                 | 34,73                  | 6,65                              | 14,326                 | 258,41                            | 0,2141                  | 1,415                  | 293,89                 |
| 0,12         | 45,51                             | 88,72                                 | 2230,5                  | 11831              | 232,7                | 54,35                   | 8,16                        | 5,44                                 | 34,08                  | 6,67                              | 14,313                 | 263,35                            | 0,2139                  | 1,416                  | 293,89                 |
| 0,15         | 45,5                              | 89,02                                 | 2230,3                  | 11519              | 227,4                | 53,11                   | 7,79                        | 5,31                                 | 33,33                  | 6,7                               | 14,306                 | 269,37                            | 0,2138                  | 1,417                  | 294                    |
| 0,18         | 45,53                             | 89,64                                 | 2231,8                  | 11173              | 222,2                | 51,93                   | 7,43                        | 5,19                                 | 32,57                  | 6,75                              | 14,214                 | 273,71                            | 0,2123                  | 1,428                  | 294,27                 |
| 0,21         | 45,53                             | 90,26                                 | 2231,8                  | 10839              | 216,7                | 50,65                   | 7,07                        | 5,07                                 | 31,74                  | 6,78                              | 13,97                  | 275,81                            | 0,2087                  | 1,454                  | 294,62                 |
| 0,24         | 45,52                             | 90,56                                 | 2231,2                  | 10563              | 212,2                | 49,58                   | 6,75                        | 4,96                                 | 31,07                  | 6,81                              | 13,021                 | 262,63                            | 0,1945                  | 1,562                  | 294,88                 |
| 0,27         | 45,52                             | 90,87                                 | 2231,2                  | 10343              | 208,5                | 48,72                   | 6,47                        | 4,87                                 | 30,56                  | 6,84                              | 12,381                 | 254,13                            | 0,185                   | 1,647                  | 295,68                 |
| 0,3          | 45,57                             | 91,49                                 | 2233,5                  | 10048              | 203,5                | 47,6                    | 6,15                        | 4,76                                 | 29,82                  | 6,87                              | 11,729                 | 246,41                            | 0,175                   | 1,741                  | 296,16                 |
| 0,33         | 45,58                             | 91,8                                  | 2234,2                  | 9753               | 198,5                | 46,44                   | 5,84                        | 4,64                                 | 29,07                  | 6,9                               | 11,221                 | 241,62                            | 0,1674                  | 1,826                  | 297,03                 |
| 0,36         | 45,61                             | 92,1                                  | 2235,4                  | 9562               | 195,3                | 45,72                   | 5,6                         | 4,57                                 | 28,63                  | 6,93                              | 10,766                 | 235,48                            | 0,1605                  | 1,907                  | 297,67                 |
| 0,39         | 45,62                             | 92,72                                 | 2236,2                  | 9257               | 190,3                | 44,56                   | 5,3                         | 4,46                                 | 27,84                  | 6,96                              | 10,331                 | 231,84                            | 0,154                   | 1,991                  | 298,18                 |
| 0,42         | 45,65                             | 93,34                                 | 2237,5                  | 8937               | 185,3                | 43,42                   | 5,01                        | 4,34                                 | 27,07                  | 7,01                              | 9,501                  | 218,82                            | 0,1415                  | 2,166                  | 298,37                 |
| 0,45         | 45,66                             | 93,64                                 | 2237,8                  | 8458               | 177,2                | 41,53                   | 4,63                        | 4,15                                 | 25,73                  | 7,04                              | 8,822                  | 212,42                            | 0,1314                  | 2,336                  | 298,84                 |
| 0,48         | 45,68                             | 94,26                                 | 2238,9                  | 8170               | 172,5                | 40,44                   | 4,36                        | 4,04                                 | 24,97                  | 7,07                              | 8,143                  | 201,36                            | 0,1212                  | 2,533                  | 299,13                 |
| 0,51         | 45,71                             | 94,57                                 | 2240,5                  | 7881               | 167,6                | 39,32                   | 4,11                        | 3,93                                 | 24,19                  | 7,1                               | 7,51                   | 191                               | 0,1117                  | 2,749                  | 299,36                 |
| 0,54         | 45,74                             | 94,88                                 | 2241,8                  | 7638               | 163,5                | 38,38                   | 3,88                        | 3,84                                 | 23,54                  | 7,13                              | 7,22                   | 188,12                            | 0,1074                  | 2,861                  | 299,55                 |
| 0,57         | 45,76                             | 95,49                                 | 2242,8                  | 7430               | 160                  | 37,58                   | 3,67                        | 3,76                                 | 23                     | 7,16                              | 7,003                  | 186,35                            | 0,1041                  | 2,954                  | 299,98                 |
| 0,6          | 45,78                             | 96,11                                 | 2243,7                  | 7122               | 155,3                | 36,49                   | 3,44                        | 3,65                                 | 22,2                   | 7,21                              | 6,891                  | 188,85                            | 0,1024                  | 3,006                  | 300,31                 |
| 0,63         | 45,8                              | 96,42                                 | 2244,9                  | 6798               | 149,8                | 35,22                   | 3,19                        | 3,52                                 | 21,28                  | 7,25                              | 6,8                    | 193,07                            | 0,101                   | 3,049                  | 300,66                 |
| 0,66         | 45,85                             | 96,73                                 | 2247,4                  | 6503               | 144,8                | 34,08                   | 2,96                        | 3,41                                 | 20,45                  | 7,28                              | 6,726                  | 197,36                            | 0,0998                  | 3,086                  | 301                    |
| 0,69         | 45,89                             | 97,34                                 | 2249,5                  | 6208               | 139,8                | 32,93                   | 2,75                        | 3,29                                 | 19,6                   | 7,31                              | 6,673                  | 202,64                            | 0,0989                  | 3,115                  | 301,37                 |
| 0,72         | 45,92                             | 97,96                                 | 2250,7                  | 5895               | 135                  | 31,82                   | 2,54                        | 3,18                                 | 18,74                  | 7,36                              | 6,634                  | 208,49                            | 0,0983                  | 3,137                  | 301,79                 |
| 0,75         | 45,95                             | 98,27                                 | 2252,3                  | 5623               | 130,4                | 30,76                   | 2,34                        | 3,08                                 | 17,95                  | 7,39                              | 6,601                  | 214,6                             | 0,0977                  | 3,161                  | 302,57                 |
| 0,78         | 45,98                             | 98,88                                 | 2253,7                  | 5288               | 124,7                | 29,43                   | 2,13                        | 2,94                                 | 16,96                  | 7,42                              | 6,561                  | 222,94                            | 0,097                   | 3,188                  | 303,25                 |
| 0,81         | 46,06                             | 99,5                                  | 2257,7                  | 4840               | 117,5                | 27,78                   | 1,89                        | 2,78                                 | 15,63                  | 7,47                              | 6,607                  | 237,83                            | 0,0975                  | 3,172                  | 303,87                 |
| 0,84         | 46,12                             | 99,81                                 | 2260,3                  | 4528               | 112,2                | 26,56                   | 1,71                        | 2,66                                 | 14,68                  | 7,5                               | 6,686                  | 251,73                            | 0,0986                  | 3,143                  | 304,69                 |
| 0,87         | 46,19                             | 100,42                                | 2264,2                  | 4131               | 105,7                | 25,06                   | 1,51                        | 2,51                                 | 13,49                  | 7,55                              | 6,759                  | 269,71                            | 0,0995                  | 3,117                  | 305,52                 |
| 0,9          | 46,28                             | 101,04                                | 2268,6                  | 3813               | 100,3                | 23,83                   | 1,34                        | 2,38                                 | 12,5                   | 7,59                              | 6,944                  | 291,4                             | 0,102                   | 3,046                  | 306,7                  |
| 0,93         | 46,43                             | 101,96                                | 2275,8                  | 3509               | 95,5                 | 22,76                   | 1,19                        | 2,28                                 | 11,61                  | 7,66                              | 7,023                  | 308,57                            | 0,1029                  | 3,016                  | 307,15                 |
| 0,96         | 46,53                             | 102,27                                | 2280,5                  | 3295               | 91,8                 | 21,92                   | 1,08                        | 2,19                                 | 10,95                  | 7,69                              | 7,181                  | 327,6                             | 0,105                   | 2,959                  | 308,11                 |
| 0,99         | 46,65                             | 103,19                                | 2286,5                  | 3098               | 88,5                 | 21,19                   | 0,97                        | 2,12                                 | 10,36                  | 7,74                              | 7,266                  | 342,9                             | 0,1059                  | 2,93                   | 308,66                 |
| 1,02         | 46,89                             | 104,12                                | 2298,4                  | 2873               | 84,8                 | 20,41                   | 0,87                        | 2,04                                 | 9,7                    | 7,82                              | 7,411                  | 363,11                            | 0,1075                  | 2,881                  | 309,6                  |
| 1,05         | 46,98                             | 104,73                                | 2302,6                  | 2610               | 80,6                 | 19,43                   | 0,76                        | 1,94                                 | 8,87                   | 7,87                              | 7,504                  | 386,21                            | 0,1086                  | 2,854                  | 310,59                 |
| 1,08         | 47,05                             | 105,35                                | 2305,9                  | 2277               | 75,2                 | 18,16                   | 0,63                        | 1,82                                 | 7,79                   | 7,92                              | 7,649                  | 421,2                             | 0,1106                  | 2,806                  | 311,16                 |
| 1,11         | 47,13                             | 105,97                                | 2309,8                  | 1883               | 68,5                 | 16,57                   | 0,5                         | 1,66                                 | 6,47                   | 7,95                              | 7,761                  | 468,38                            | 0,112                   | 2,772                  | 311,93                 |
| 1,14         | 47,23                             | 106,58                                | 2314,7                  | 1521               | 62,6                 | 15,17                   | 0,38                        | 1,52                                 | 5,26                   | 8,01                              | 7,873                  | 518,98                            | 0,1134                  | 2,737                  | 312,43                 |
| 1,17         | 47,32                             | 107,2                                 | 2319,2                  | 1169               | 56,7                 | 13,77                   | 0,28                        | 1,38                                 | 4,07                   | 8,06                              | 8                      | 580,97                            | 0,115                   | 2,702                  | 313,42                 |
| 1,2          | 47,4                              | 107,81                                | 2323,3                  | 869                | 51,7                 | 12,58                   | 0,19                        | 1,26                                 | 3,04                   | 8,09                              | 8,163                  | 648,89                            | 0,1171                  | 2,657                  | 314,5                  |
| 1,23         | 47,51                             | 108,43                                | 2328,6                  | 825                | 51,2                 | 12,49                   | 0,17                        | 1,25                                 | 2,9                    | 8,15                              | 8,275                  | 662,53                            | 0,1185                  | 2,628                  | 315,33                 |
| 1,26         | 47,62                             | 108,74                                | 2334,2                  | 796                | 50,7                 | 12,39                   | 0,17                        | 1,24                                 | 2,81                   | 8,16                              | 8,38                   | 676,35                            | 0,1197                  | 2,604                  | 316,37                 |
| 1,29         | 47,72                             | 109,05                                | 2338,9                  | 772                | 50,2                 | 12,3                    | 0,17                        | 1,23                                 | 2,73                   | 8,18                              | 8,504                  | 691,38                            | 0,1212                  | 2,574                  | 317,36                 |
| 1,32         | 47,86                             | 109,05                                | 2345,9                  | 742                | 49,7                 | 12,21                   | 0,16                        | 1,22                                 | 2,63                   | 8,2                               | 8,591                  | 703,6                             | 0,1221                  | 2,555                  | 318,33                 |
| 1,35         | 47,92                             | 109,05                                | 2348,9                  | 723                | 49,3                 | 12,13                   | 0,16                        | 1,21                                 | 2,56                   | 8,2                               | 8,67                   | 714,76                            | 0,123                   | 2,538                  | 319,03                 |
| 1,38         | 48,05                             | 109,35                                | 2355                    | 694                | 48,8                 | 12,03                   | 0,15                        | 1,2                                  | 2,46                   | 8,22                              | 8,723                  | 725,1                             | 0,1235                  | 2,53                   | 320                    |
| 1,41         | 48,11                             | 109,66                                | 2357,9                  | 664                | 48,3                 | 11,93                   | 0,15                        | 1,19                                 | 2,36                   | 8,23                              | 8,809                  | 738,39                            | 0,1245                  | 2,512                  | 320,9                  |
| 1,44         | 48,24                             | 109,97                                | 2364,2                  | 635                | 47,8                 | 11,83                   | 0,14                        | 1,18                                 | 2,26                   | 8,25                              | 8,868                  | 749,62                            | 0,125                   | 2,502                  | 321,7                  |
| 1,47         | 48,37                             | 109,97                                | 2370,8                  | 606                | 47,4                 | 11,77                   | 0,14                        | 1,18                                 | 2,17                   | 8,27                              | 8,941                  | 759,64                            | 0,1257                  | 2,486                  | 322,33                 |
| 1,5          | 48,48                             | 110,28                                | 2376,2                  | 576                | 46,9                 | 11,67                   | 0,13                        | 1,17                                 | 2,06                   | 8,29                              | 8,96                   | 767,78                            | 0,1257                  | 2,485                  | 322,88                 |
| 1,53         | 48,58                             | 110,59                                | 2381,1                  | 582                | 47                   | 11,72                   | 0,13                        | 1,17                                 | 2,09                   | 8,31                              | 8,914                  | 760,58                            | 0,1248                  | 2,502                  | 323,33                 |
| 1,56         | 48,63                             | 110,59                                | 2383,37                 | 599                | 47,1                 | 11,76                   | 0,14                        | 1,18                                 | 2,15                   | 8,3                               | 8,895                  | 756,38                            | 0,1244                  | 2,509                  | 323,66                 |
| 1,59         | 48,71                             | 110,9                                 | 2387,7                  | 605                | 47,2                 | 11,8                    | 0,14                        | 1,18                                 | 2,18                   | 8,32                              | 8,842                  | 749,32                            | 0,1234                  | 2,527                  | 323,96                 |
| 1,62         | 48,81                             | 110,9                                 | 2392,2                  | 610                | 47,3                 | 11,85                   | 0,14                        | 1,19                                 | 2,19                   | 8,33                              | 8,75                   | 738,4                             | 0,1219                  | 2,557                  | 324,36                 |
| 1,65         | 48,85                             | 111,2                                 | 2394,4                  | 616                | 47,5                 | 11,91                   | 0,14                        | 1,19                                 | 2,22                   | 8,35                              | 8,664                  | 727,46                            | 0,1206                  | 2,584                  | 324,58                 |
| 1,68         | 48,9                              | 111,2                                 | 2396,8                  | 622                | 47,6                 | 11,95                   | 0,14                        | 1,2                                  | 2,25                   | 8,35                              | 8,578                  | 717,82                            | 0,1193                  | 2,612                  | 324,93                 |
| 1,71         | 48,94                             | 111,2                                 | 2398,7                  | 628                | 47,7                 | 11,98                   | 0,14                        | 1,2                                  | 2,27                   | 8,36                              | 8,473                  | 707,26                            | 0,1177                  | 2,648                  | 325,33                 |
| 1,74         | 48,96                             | 111,51                                | 2399,6                  | 634                | 47,8                 | 12,01                   | 0,14                        | 1,2                                  | 2,3                    | 8,38                              | 8,384                  | 698,08                            | 0,1165                  | 2,678                  | 325,52                 |
| 1,77         | 48,96                             | 111,51                                | 2399,6                  | 640                | 47,9                 | 12,04                   | 0,14                        | 1,2                                  | 2,32                   | 8,39                              | 8,334                  | 692,19                            | 0,1158                  | 2,694                  | 325,52                 |
| 1,8          | 48,96                             | 111,82                                | 2399,8                  | 646                | 48                   | 12,06                   | 0,14                        | 1,21                                 | 2,34                   | 8,39                              | 8,249                  | 684                               | 0,1146                  | 2,722                  | 325,59                 |
| 1,83         | 48,95                             | 111,51                                | 2399,1                  | 657                | 48,2                 | 12,11                   | 0,15                        | 1,21                                 | 2,38                   | 8,37                              | 8,169                  | 674,57                            | 0,1135                  | 2,749                  | 325,61                 |
| 1,86         | 48,95                             | 111,51                                | 2399,37                 | 663                | 48,3                 | 12,14                   | 0,15                        | 1,21                                 | 2,4                    | 8,38                              | 8,057                  | 663,67                            | 0,1119                  | 2,786                  | 325,45                 |
| 1,89         | 48,93                             | 111,51                                | 2398,4                  | 668                | 48,4                 | 12,16                   | 0,15                        | 1,22                                 | 2,42                   | 8,38                              | 7,893                  | 649,1                             | 0,1097                  | 2,842                  | 325,28                 |
| 1,92         | 48,91                             | 111,51                                | 2397,3                  | 674                | 48,5                 | 12,18                   | 0,15                        | 1,22                                 | 2,44                   | 8,38                              | 7,774                  | 638,26                            | 0,1081                  | 2,882                  | 324,91                 |
| 1,95         | 48,78                             | 111,2                                 | 2390,97                 | 681                | 48,6                 | 12,17                   | 0,15                        | 1,22                                 | 2,46                   | 8,36                              | 7,669                  | 630,16                            | 0,1069                  | 2,918                  | 324,5                  |
| 1,98         | 48,74                             | 111,51                                | 2389,1                  | 687                | 48,8                 | 12,21                   | 0,15                        | 1,22                                 | 2,48                   | 8,37                              | 7,57                   | 619,98                            | 0,1056                  | 2,951                  | 323,96                 |
| 2,01         | 48,62                             | 111,2                                 | 2383,27                 | 692                | 48,9                 | 12,2                    | 0,15                        | 1,22                                 | 2,5                    | 8,35                              | 7,524                  | 616,72                            | 0,1052                  | 2,964                  | 323,37                 |
| 2,04         | 48,55                             | 110,9                                 | 2379,67                 | 698                | 49                   | 12,21                   | 0,15                        | 1,22                                 | 2,51                   | 8,33                              | 7,517                  | 615,64                            | 0,1053                  | 2,964                  | 323,02                 |
| 2,07         | 48,49                             | 110,9                                 | 2376,77                 | 704                | 49,1                 | 12,22                   | 0,15                        | 1,22                                 | 2,54                   | 8,33                              | 7,589                  | 621,03                            | 0,1064                  | 2,93                   | 322,45                 |

| Время,<br>(t) с | Обороты<br>заднего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>копирую-<br>щего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>двигателя<br>мин-1 | Усилие<br>на<br>крюке, Н | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность<br>двигате-<br>ля, кВт | Мощ-<br>ность на<br>буксова-<br>ние, кВт | Мощ-<br>ность на<br>потери в<br>транс-<br>миссии<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>крюке,<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>качение<br>тракто-<br>ра, кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Цикло-<br>вая<br>подача,<br>г/цикл | Коэф-<br>из-<br>быт-<br>ка<br>воз-<br>духа | Расход<br>возду-<br>ха,<br>кг/час |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|
| 2,1             | 48,46                                      | 110,9                                               | 2375,17                       | 705                      | 49,2                         | 12,24                                | 0,15                                     | 1,22                                                    | 2,54                              | 8,34                                              | 7,636                        | 623,86                                     | 0,1072                             | 2,909                                      | 322,1                             |
| 2,13            | 48,42                                      | 110,9                                               | 2373,17                       | 711                      | 49,3                         | 12,25                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,56                              | 8,32                                              | 7,748                        | 632,49                                     | 0,1088                             | 2,864                                      | 321,79                            |
| 2,16            | 48,39                                      | 110,9                                               | 2371,97                       | 722                      | 49,5                         | 12,3                                 | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,6                               | 8,32                                              | 7,8                          | 634,15                                     | 0,1096                             | 2,841                                      | 321,3                             |
| 2,19            | 48,37                                      | 110,9                                               | 2370,57                       | 728                      | 49,6                         | 12,31                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,62                              | 8,33                                              | 7,886                        | 640,62                                     | 0,1109                             | 2,804                                      | 320,61                            |
| 2,22            | 48,34                                      | 110,9                                               | 2369,1                        | 734                      | 49,7                         | 12,33                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,64                              | 8,33                                              | 7,932                        | 643,31                                     | 0,1116                             | 2,784                                      | 320,24                            |
| 2,25            | 48,31                                      | 110,59                                              | 2368                          | 739                      | 49,8                         | 12,35                                | 0,15                                     | 1,24                                                    | 2,65                              | 8,31                                              | 8,051                        | 651,9                                      | 0,1133                             | 2,737                                      | 319,5                             |
| 2,28            | 48,29                                      | 110,59                                              | 2366,8                        | 745                      | 49,9                         | 12,37                                | 0,15                                     | 1,24                                                    | 2,68                              | 8,32                                              | 8,13                         | 657,24                                     | 0,1145                             | 2,703                                      | 318,68                            |
| 2,31            | 48,26                                      | 110,59                                              | 2365,4                        | 746                      | 50                           | 12,39                                | 0,15                                     | 1,24                                                    | 2,68                              | 8,32                                              | 8,216                        | 663,12                                     | 0,1158                             | 2,672                                      | 318,28                            |
| 2,34            | 48,24                                      | 110,9                                               | 2364,3                        | 752                      | 50,2                         | 12,43                                | 0,15                                     | 1,24                                                    | 2,7                               | 8,32                                              | 8,288                        | 666,77                                     | 0,1168                             | 2,644                                      | 317,69                            |
| 2,37            | 48,23                                      | 110,9                                               | 2363,9                        | 758                      | 50,3                         | 12,45                                | 0,15                                     | 1,25                                                    | 2,73                              | 8,33                                              | 8,341                        | 669,96                                     | 0,1176                             | 2,624                                      | 317,41                            |
| 2,4             | 48,23                                      | 110,9                                               | 2363,8                        | 764                      | 50,4                         | 12,48                                | 0,15                                     | 1,25                                                    | 2,75                              | 8,33                                              | 8,387                        | 672,04                                     | 0,1183                             | 2,608                                      | 317,15                            |
| 2,43            | 48,24                                      | 110,9                                               | 2364,3                        | 770                      | 50,5                         | 12,5                                 | 0,15                                     | 1,25                                                    | 2,77                              | 8,33                                              | 8,44                         | 675,2                                      | 0,119                              | 2,588                                      | 316,72                            |
| 2,46            | 48,23                                      | 110,9                                               | 2364,1                        | 776                      | 50,6                         | 12,53                                | 0,15                                     | 1,25                                                    | 2,8                               | 8,34                                              | 8,499                        | 678,29                                     | 0,1198                             | 2,568                                      | 316,53                            |
| 2,49            | 48,24                                      | 110,9                                               | 2364,4                        | 782                      | 50,8                         | 12,58                                | 0,15                                     | 1,26                                                    | 2,82                              | 8,34                                              | 8,552                        | 679,81                                     | 0,1206                             | 2,552                                      | 316,45                            |
| 2,52            | 48,27                                      | 111,2                                               | 2365,67                       | 780                      | 50,7                         | 12,56                                | 0,14                                     | 1,26                                                    | 2,81                              | 8,34                                              | 8,585                        | 683,52                                     | 0,121                              | 2,545                                      | 316,79                            |
| 2,55            | 48,28                                      | 111,2                                               | 2366,5                        | 778                      | 50,7                         | 12,56                                | 0,14                                     | 1,26                                                    | 2,81                              | 8,35                                              | 8,578                        | 682,96                                     | 0,1208                             | 2,551                                      | 317,24                            |
| 2,58            | 48,3                                       | 111,2                                               | 2367,4                        | 776                      | 50,7                         | 12,57                                | 0,14                                     | 1,26                                                    | 2,8                               | 8,35                                              | 8,552                        | 680,35                                     | 0,1204                             | 2,565                                      | 318,09                            |
| 2,61            | 48,32                                      | 111,51                                              | 2368,5                        | 773                      | 50,7                         | 12,58                                | 0,14                                     | 1,26                                                    | 2,8                               | 8,38                                              | 8,486                        | 674,56                                     | 0,1194                             | 2,589                                      | 318,61                            |
| 2,64            | 48,34                                      | 111,51                                              | 2369,5                        | 771                      | 50,6                         | 12,56                                | 0,14                                     | 1,26                                                    | 2,79                              | 8,38                                              | 8,453                        | 673,01                                     | 0,1189                             | 2,605                                      | 319,34                            |
| 2,67            | 48,36                                      | 111,51                                              | 2370,2                        | 769                      | 50,6                         | 12,56                                | 0,14                                     | 1,26                                                    | 2,79                              | 8,38                                              | 8,312                        | 661,78                                     | 0,1169                             | 2,653                                      | 319,79                            |
| 2,7             | 48,39                                      | 111,51                                              | 2371,6                        | 767                      | 50,6                         | 12,57                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,78                              | 8,39                                              | 8,249                        | 656,25                                     | 0,1159                             | 2,679                                      | 320,38                            |
| 2,73            | 48,4                                       | 111,82                                              | 2372,4                        | 765                      | 50,6                         | 12,57                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,77                              | 8,39                                              | 8,137                        | 647,33                                     | 0,1143                             | 2,723                                      | 321,25                            |
| 2,76            | 48,41                                      | 111,82                                              | 2373                          | 763                      | 50,6                         | 12,57                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,77                              | 8,39                                              | 8,071                        | 642,08                                     | 0,1134                             | 2,751                                      | 321,91                            |
| 2,79            | 48,45                                      | 112,13                                              | 2374,6                        | 760                      | 50,5                         | 12,56                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,77                              | 8,42                                              | 8,024                        | 638,85                                     | 0,1126                             | 2,772                                      | 322,55                            |
| 2,82            | 48,48                                      | 112,13                                              | 2376,3                        | 757                      | 50,5                         | 12,57                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,76                              | 8,42                                              | 7,952                        | 632,62                                     | 0,1115                             | 2,8                                        | 322,83                            |
| 2,85            | 48,5                                       | 112,13                                              | 2377,3                        | 754                      | 50,5                         | 12,57                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,75                              | 8,43                                              | 7,886                        | 627,37                                     | 0,1106                             | 2,826                                      | 323,14                            |
| 2,88            | 48,54                                      | 112,13                                              | 2378,9                        | 750                      | 50,4                         | 12,56                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,73                              | 8,43                                              | 7,853                        | 625,24                                     | 0,11                               | 2,842                                      | 323,66                            |
| 2,91            | 48,58                                      | 112,44                                              | 2381,1                        | 747                      | 50,4                         | 12,57                                | 0,12                                     | 1,26                                                    | 2,73                              | 8,46                                              | 7,886                        | 627,37                                     | 0,1104                             | 2,833                                      | 323,96                            |
| 2,94            | 48,6                                       | 112,44                                              | 2382,3                        | 744                      | 50,4                         | 12,57                                | 0,12                                     | 1,26                                                    | 2,72                              | 8,45                                              | 7,926                        | 630,55                                     | 0,1109                             | 2,821                                      | 324,25                            |
| 2,97            | 48,62                                      | 112,44                                              | 2383,2                        | 740                      | 50,3                         | 12,55                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,7                               | 8,45                                              | 7,952                        | 633,63                                     | 0,1112                             | 2,813                                      | 324,34                            |
| 3               | 48,61                                      | 112,44                                              | 2382,7                        | 737                      | 50,3                         | 12,55                                | 0,13                                     | 1,26                                                    | 2,69                              | 8,45                                              | 8,031                        | 639,92                                     | 0,1124                             | 2,783                                      | 324,08                            |
| 3,03            | 48,6                                       | 112,44                                              | 2382                          | 734                      | 50,2                         | 12,52                                | 0,13                                     | 1,25                                                    | 2,68                              | 8,44                                              | 8,084                        | 645,69                                     | 0,1131                             | 2,761                                      | 323,61                            |
| 3,06            | 48,57                                      | 112,13                                              | 2380,4                        | 751                      | 50,2                         | 12,51                                | 0,13                                     | 1,25                                                    | 2,73                              | 8,42                                              | 8,104                        | 647,8                                      | 0,1135                             | 2,749                                      | 323,04                            |
| 3,09            | 48,55                                      | 112,13                                              | 2379,5                        | 747                      | 50,2                         | 12,51                                | 0,13                                     | 1,25                                                    | 2,72                              | 8,41                                              | 8,176                        | 653,56                                     | 0,1145                             | 2,721                                      | 322,62                            |
| 3,12            | 48,5                                       | 111,82                                              | 2377                          | 744                      | 50,1                         | 12,47                                | 0,13                                     | 1,25                                                    | 2,7                               | 8,41                                              | 8,222                        | 659,34                                     | 0,1153                             | 2,701                                      | 322,03                            |
| 3,15            | 48,47                                      | 111,82                                              | 2375,5                        | 741                      | 50,1                         | 12,46                                | 0,13                                     | 1,25                                                    | 2,69                              | 8,41                                              | 8,301                        | 666,21                                     | 0,1165                             | 2,672                                      | 321,58                            |
| 3,18            | 48,45                                      | 111,82                                              | 2374,8                        | 737                      | 50                           | 12,43                                | 0,13                                     | 1,24                                                    | 2,68                              | 8,4                                               | 8,347                        | 671,52                                     | 0,1172                             | 2,65                                       | 320,78                            |
| 3,21            | 48,41                                      | 111,51                                              | 2372,6                        | 734                      | 50                           | 12,42                                | 0,13                                     | 1,24                                                    | 2,66                              | 8,38                                              | 8,374                        | 674,24                                     | 0,1176                             | 2,639                                      | 320,38                            |
| 3,24            | 48,37                                      | 111,51                                              | 2371                          | 741                      | 50                           | 12,41                                | 0,13                                     | 1,24                                                    | 2,68                              | 8,37                                              | 8,407                        | 677,44                                     | 0,1182                             | 2,624                                      | 319,93                            |
| 3,27            | 48,35                                      | 111,51                                              | 2369,8                        | 732                      | 49,9                         | 12,38                                | 0,13                                     | 1,24                                                    | 2,65                              | 8,37                                              | 8,433                        | 681,18                                     | 0,1186                             | 2,614                                      | 319,67                            |
| 3,3             | 48,29                                      | 111,2                                               | 2366,79                       | 729                      | 49,9                         | 12,37                                | 0,13                                     | 1,24                                                    | 2,63                              | 8,34                                              | 8,446                        | 682,78                                     | 0,119                              | 2,608                                      | 319,41                            |
| 3,33            | 48,28                                      | 110,9                                               | 2366,3                        | 726                      | 49,8                         | 12,34                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,62                              | 8,34                                              | 8,46                         | 685,58                                     | 0,1192                             | 2,602                                      | 319,13                            |
| 3,36            | 48,24                                      | 110,9                                               | 2364,6                        | 722                      | 49,8                         | 12,33                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,6                               | 8,34                                              | 8,453                        | 685,56                                     | 0,1192                             | 2,606                                      | 319,42                            |
| 3,39            | 48,24                                      | 110,9                                               | 2364,5                        | 729                      | 49,8                         | 12,33                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,63                              | 8,33                                              | 8,479                        | 687,67                                     | 0,1195                             | 2,599                                      | 319,58                            |
| 3,42            | 48,25                                      | 110,9                                               | 2364,8                        | 726                      | 49,7                         | 12,31                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,61                              | 8,33                                              | 8,512                        | 691,47                                     | 0,12                               | 2,59                                       | 319,72                            |
| 3,45            | 48,28                                      | 110,9                                               | 2366,5                        | 723                      | 49,7                         | 12,32                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,6                               | 8,33                                              | 8,486                        | 688,8                                      | 0,1195                             | 2,6                                        | 319,95                            |
| 3,48            | 48,29                                      | 110,9                                               | 2367,1                        | 719                      | 49,6                         | 12,29                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,59                              | 8,32                                              | 8,499                        | 691,54                                     | 0,1197                             | 2,598                                      | 320,12                            |
| 3,51            | 48,33                                      | 110,9                                               | 2369,03                       | 716                      | 49,6                         | 12,3                                 | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,58                              | 8,34                                              | 8,506                        | 691,54                                     | 0,1197                             | 2,597                                      | 320,35                            |
| 3,54            | 48,35                                      | 110,9                                               | 2369,9                        | 718                      | 49,6                         | 12,31                                | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,59                              | 8,34                                              | 8,486                        | 689,36                                     | 0,1194                             | 2,608                                      | 320,85                            |
| 3,57            | 48,39                                      | 110,9                                               | 2371,9                        | 724                      | 49,5                         | 12,3                                 | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,61                              | 8,33                                              | 8,414                        | 684,07                                     | 0,1182                             | 2,633                                      | 321,18                            |
| 3,6             | 48,41                                      | 110,9                                               | 2373                          | 721                      | 49,5                         | 12,3                                 | 0,14                                     | 1,23                                                    | 2,6                               | 8,33                                              | 8,419                        | 684,47                                     | 0,1183                             | 2,634                                      | 321,51                            |
| 3,63            | 48,45                                      | 111,2                                               | 2374,5                        | 718                      | 49,5                         | 12,31                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,59                              | 8,35                                              | 8,387                        | 681,32                                     | 0,1177                             | 2,645                                      | 321,72                            |
| 3,66            | 48,46                                      | 111,2                                               | 2375,2                        | 714                      | 49,4                         | 12,29                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,57                              | 8,35                                              | 8,361                        | 680,31                                     | 0,1173                             | 2,656                                      | 321,98                            |
| 3,69            | 48,48                                      | 110,9                                               | 2376,19                       | 711                      | 49,4                         | 12,29                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,56                              | 8,34                                              | 8,295                        | 674,94                                     | 0,1164                             | 2,678                                      | 322,05                            |
| 3,72            | 48,5                                       | 110,9                                               | 2377,2                        | 708                      | 49,3                         | 12,27                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,55                              | 8,34                                              | 8,275                        | 674,41                                     | 0,116                              | 2,685                                      | 322,2                             |
| 3,75            | 48,5                                       | 110,9                                               | 2377,4                        | 704                      | 49,3                         | 12,27                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,54                              | 8,33                                              | 8,255                        | 672,78                                     | 0,1157                             | 2,692                                      | 322,17                            |
| 3,78            | 48,5                                       | 110,9                                               | 2377,4                        | 712                      | 49,3                         | 12,27                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,56                              | 8,33                                              | 8,202                        | 668,46                                     | 0,115                              | 2,707                                      | 321,96                            |
| 3,81            | 48,5                                       | 110,9                                               | 2377,3                        | 708                      | 49,2                         | 12,25                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,55                              | 8,33                                              | 8,163                        | 666,37                                     | 0,1145                             | 2,719                                      | 321,86                            |
| 3,84            | 48,5                                       | 110,9                                               | 2377,1                        | 705                      | 49,2                         | 12,25                                | 0,15                                     | 1,23                                                    | 2,54                              | 8,32                                              | 8,117                        | 662,61                                     | 0,1138                             | 2,734                                      | 321,77                            |
| 3,87            | 48,48                                      | 110,9                                               | 2376,3                        | 701                      | 49,1                         | 12,22                                | 0,15                                     | 1,22                                                    | 2,52                              | 8,32                                              | 8,104                        | 663,18                                     | 0,1137                             | 2,738                                      | 321,7                             |
| 3,9             | 48,46                                      | 110,59                                              | 2375,2                        | 698                      | 49,1                         | 12,21                                | 0,15                                     | 1,22                                                    | 2,51                              | 8,32                                              | 8,064                        | 660,44                                     | 0,1132                             | 2,751                                      | 321,63                            |
| 3,93            | 48,42                                      | 110,28                                              | 2373,5                        | 705                      | 49,1                         | 12,2                                 | 0,15                                     | 1,22                                                    | 2,53                              | 8,29                                              | 8,064                        | 660,98                                     | 0,1133                             | 2,749                                      | 321,46                            |
| 3,96            | 48,4                                       | 110,28                                              | 2372,5                        | 701                      | 49                           | 12,17                                | 0,15                                     | 1,22                                                    | 2,51                              | 8,3                                               | 8,077                        | 663,68                                     | 0,1135                             | 2,744                                      | 321,42                            |
| 3,99            | 48,36                                      | 110,59                                              | 2370,4                        | 698                      | 49                           | 12,16                                | 0,15                                     | 1,22                                                    | 2,5                               | 8,3                                               | 8,176                        | 672,37                                     | 0,115                              | 2,711                                      | 321,37                            |
| 4,02            | 48,33                                      | 110,59                                              | 2368,8                        | 695                      | 48,9                         | 12,13                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,49                              | 8,3                                               | 8,275                        | 682,19                                     | 0,1164                             | 2,679                                      | 321,42                            |
| 4,05            | 48,32                                      | 110,59                                              | 2368,5                        | 691                      | 48,9                         | 12,13                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,48                              | 8,31                                              | 8,321                        | 685,99                                     | 0,1171                             | 2,663                                      | 321,27                            |
| 4,08            | 48,32                                      | 110,59                                              | 2368,4                        | 688                      | 48,9                         | 12,13                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,47                              | 8,31                                              | 8,374                        | 690,35                                     | 0,1179                             | 2,646                                      | 321,27                            |
| 4,11            | 48,34                                      | 110,59                                              | 2369,5                        | 685                      | 48,8                         | 12,11                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,46                              | 8,31                                              | 8,387                        | 692,57                                     | 0,118                              | 2,643                                      | 321,37                            |
| 4,14            | 48,38                                      | 110,59                                              | 2371,1                        | 681                      | 48,8                         | 12,12                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,45                              | 8,32                                              | 8,44                         | 696,37                                     | 0,1187                             | 2,625                                      | 321,27                            |
| 4,17            | 48,4                                       | 110,9                                               | 2372,3                        | 679                      | 48,8                         | 12,12                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,44                              | 8,32                                              | 8,514                        | 702,48                                     | 0,1196                             | 2,603                                      | 321,32                            |
| 4,2             | 48,44                                      | 110,9                                               | 2374,4                        | 675                      | 48,7                         | 12,11                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,43                              | 8,32                                              | 8,519                        | 703,47                                     | 0,1196                             | 2,601                                      | 321,24                            |
| 4,23            | 48,47                                      | 111,2                                               | 2375,83                       | 672                      | 48,7                         | 12,12                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,42                              | 8,35                                              | 8,524                        | 703,3                                      | 0,1196                             | 2,599                                      | 321,29                            |
| 4,26            | 48,47                                      | 111,2                                               | 2375,81                       | 669                      | 48,6                         | 12,09                                | 0,13                                     | 1,21                                                    | 2,41                              | 8,35                                              | 8,529                        | 705,46                                     | 0,1197                             | 2,597                                      | 321,18                            |
| 4,29            | 48,45                                      | 111,2                                               | 2374,7                        | 665                      | 48,6                         | 12,09                                | 0,13                                     | 1,21                                                    | 2,4                               | 8,36                                              | 8,534                        | 705,87                                     | 0,1198                             | 2,593                                      | 320,87                            |

| Время,<br>(t) с | Обороты<br>заднего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>копирую-<br>щего<br>колеса, (n)<br>мин-1 | Обороты<br>двигателя<br>мин-1 | Усилие<br>на<br>крюке, Н | Момент<br>двигате-<br>ля, Нм | Мощ-<br>ность<br>двигате-<br>ля, кВт | Мощ-<br>ность на<br>буксова-<br>ние, кВт | Мощ-<br>ность на<br>потери в<br>транс-<br>миссии<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>крюке,<br>кВт | Мощ-<br>ность на<br>качение<br>тракто-<br>ра, кВт | Расход<br>топлива,<br>кг/час | Удельный<br>расход<br>топлива,<br>г/кВтчас | Цикло-<br>вая<br>подача,<br>г/цикл | Коэф<br>из-<br>быт-<br>ка<br>воз-<br>духа | Расход<br>возду-<br>ха,<br>кг/час |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| 4,32            | 48,42                                      | 110,9                                               | 2373,3                        | 662                      | 48,6                         | 12,08                                | 0,13                                     | 1,21                                                    | 2,39                              | 8,34                                              | 8,539                        | 706,87                                     | 0,1199                             | 2,59                                      | 320,64                            |
| 4,35            | 48,38                                      | 110,9                                               | 2371,3                        | 658                      | 48,5                         | 12,04                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,37                              | 8,34                                              | 8,519                        | 707,56                                     | 0,1198                             | 2,593                                     | 320,35                            |
| 4,38            | 48,36                                      | 111,2                                               | 2370,3                        | 655                      | 48,5                         | 12,04                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,36                              | 8,34                                              | 8,492                        | 705,32                                     | 0,1194                             | 2,6                                       | 320,09                            |
| 4,41            | 48,33                                      | 111,2                                               | 2369                          | 652                      | 48,4                         | 12,01                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,35                              | 8,35                                              | 8,453                        | 703,83                                     | 0,1189                             | 2,61                                      | 319,93                            |
| 4,44            | 48,33                                      | 111,2                                               | 2369                          | 648                      | 48,4                         | 12,01                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,34                              | 8,34                                              | 8,453                        | 703,83                                     | 0,1189                             | 2,61                                      | 319,93                            |
| 4,47            | 48,33                                      | 110,9                                               | 2368,7                        | 645                      | 48,4                         | 12,01                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,32                              | 8,34                                              | 8,394                        | 698,92                                     | 0,1181                             | 2,627                                     | 319,78                            |
| 4,5             | 48,33                                      | 110,9                                               | 2368,8                        | 642                      | 48,3                         | 11,98                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,31                              | 8,34                                              | 8,4                          | 701,17                                     | 0,1182                             | 2,624                                     | 319,62                            |
| 4,53            | 48,35                                      | 110,9                                               | 2369,7                        | 644                      | 48,3                         | 11,99                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,32                              | 8,33                                              | 8,367                        | 697,83                                     | 0,1177                             | 2,634                                     | 319,62                            |
| 4,56            | 48,37                                      | 110,9                                               | 2371                          | 641                      | 48,3                         | 11,99                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,31                              | 8,33                                              | 8,374                        | 698,42                                     | 0,1177                             | 2,633                                     | 319,67                            |
| 4,59            | 48,39                                      | 110,9                                               | 2371,9                        | 637                      | 48,2                         | 11,97                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,29                              | 8,33                                              | 8,387                        | 700,67                                     | 0,1179                             | 2,629                                     | 319,67                            |
| 4,62            | 48,43                                      | 110,9                                               | 2373,8                        | 654                      | 48,3                         | 12,01                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,35                              | 8,32                                              | 8,407                        | 700                                        | 0,1181                             | 2,622                                     | 319,57                            |
| 4,65            | 48,47                                      | 110,9                                               | 2375,55                       | 655                      | 48,3                         | 12,02                                | 0,13                                     | 1,2                                                     | 2,36                              | 8,34                                              | 8,427                        | 701,08                                     | 0,1182                             | 2,616                                     | 319,67                            |
| 4,68            | 48,47                                      | 110,9                                               | 2375,9                        | 656                      | 48,3                         | 12,02                                | 0,14                                     | 1,2                                                     | 2,36                              | 8,34                                              | 8,46                         | 703,83                                     | 0,1187                             | 2,607                                     | 319,82                            |
| 4,71            | 48,47                                      | 110,9                                               | 2375,7                        | 657                      | 48,4                         | 12,04                                | 0,14                                     | 1,2                                                     | 2,37                              | 8,33                                              | 8,545                        | 709,72                                     | 0,1199                             | 2,58                                      | 319,72                            |
| 4,74            | 48,45                                      | 110,9                                               | 2374,8                        | 658                      | 48,4                         | 12,04                                | 0,14                                     | 1,2                                                     | 2,37                              | 8,33                                              | 8,609                        | 715,03                                     | 0,1208                             | 2,562                                     | 319,78                            |
| 4,77            | 48,44                                      | 110,59                                              | 2374                          | 660                      | 48,4                         | 12,03                                | 0,14                                     | 1,2                                                     | 2,37                              | 8,31                                              | 8,614                        | 716,04                                     | 0,1209                             | 2,561                                     | 319,93                            |
| 4,8             | 48,43                                      | 110,59                                              | 2373,7                        | 671                      | 48,5                         | 12,06                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,41                              | 8,3                                               | 8,619                        | 714,68                                     | 0,121                              | 2,562                                     | 320,13                            |
| 4,83            | 48,42                                      | 110,59                                              | 2373,3                        | 672                      | 48,5                         | 12,05                                | 0,14                                     | 1,21                                                    | 2,41                              | 8,3                                               | 8,539                        | 708,63                                     | 0,1199                             | 2,587                                     | 320,28                            |
| 4,86            | 48,41                                      | 110,28                                              | 2373                          | 674                      | 48,6                         | 12,08                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,42                              | 8,3                                               | 8,552                        | 707,95                                     | 0,1201                             | 2,584                                     | 320,38                            |
| 4,89            | 48,4                                       | 110,28                                              | 2372,2                        | 675                      | 48,6                         | 12,07                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,42                              | 8,29                                              | 8,545                        | 707,95                                     | 0,1201                             | 2,586                                     | 320,38                            |
| 4,92            | 48,39                                      | 110,28                                              | 2371,8                        | 677                      | 48,6                         | 12,07                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,42                              | 8,29                                              | 8,512                        | 705,22                                     | 0,1196                             | 2,596                                     | 320,38                            |
| 4,95            | 48,37                                      | 110,28                                              | 2370,6                        | 678                      | 48,7                         | 12,09                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,43                              | 8,28                                              | 8,479                        | 701,32                                     | 0,1192                             | 2,606                                     | 320,41                            |
| 4,98            | 48,38                                      | 110,28                                              | 2371,1                        | 679                      | 48,7                         | 12,09                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,43                              | 8,28                                              | 8,46                         | 699,75                                     | 0,1189                             | 2,612                                     | 320,43                            |
| 5,01            | 48,41                                      | 110,28                                              | 2373                          | 696                      | 48,8                         | 12,13                                | 0,15                                     | 1,21                                                    | 2,49                              | 8,28                                              | 8,59                         | 708,24                                     | 0,1207                             | 2,575                                     | 320,71                            |