

**Г. П. Шаронов, М. М. Болбас**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСТОРМОЗНОГО НАГРУЖЕНИЯ РАБОТАЮЩИХ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ ЗИЛ-130 ВЫКЛЮЧЕНИЕМ ЧАСТИ ИХ**

Бестормозной метод нагружения двигателей внутреннего сгорания в настоящее время применяется для определения технического состояния эксплуатируемых двигателей, а также при обкатке после смены колец тракторных двигателей при их техническом обслуживании [1]. Этот метод позволяет осуществлять приработку и испытание двигателей без тормозных установок, громоздких по своей конструкции, сложных и дорогостоящих. Метод прост и обеспечивает достаточную точность.

В последнее время в связи с появлением мощных двигателей, полную загрузку которых не могут обеспечить имеющиеся тормозные установки, получил распространение парциальный метод нагружения, основанный на использовании маломощной тормозной установки и бестормозного нагружения.

Исследования бестормозного метода нагружения применительно к автомобильным карбюраторным двигателям немногочисленны [2], хотя практическая ценность метода в данном случае несомненна, особенно применительно к новым мощным двигателям.

Целью настоящей работы явилось исследование возможностей бестормозного нагружения двигателя ЗИЛ-130 выключением части цилиндров.

При выключении части цилиндров двигателя мощность механических потерь в них является как бы внешней нагрузкой для работающих цилиндров, и, следовательно, зная величину механических потерь одного цилиндра двигателя, мы сможем определить степень загрузки работающих цилиндров при различном количестве выключенных.

Механические потери двигателя ЗИЛ-130 определялись методом индцирования и методом холостого хода.

Исследования проводились на полностью приработанном технически исправном двигателе ЗИЛ-130, установленном на стенде, оборудованном согласно ГОСТу 491—55. Для установления заданного режима работы и регистрации крутящего момента двигателя использовали гидравлический тормоз конструкции моторной

лаборатории МАИ, число оборотов коленвала двигателя замеряли с помощью тахометра и стробоскопа типа СТ-4. Расход топлива при испытаниях определяли весовым способом. Температура охлаждающей воды и масла в картере двигателя замерялась с помощью термопар, установленных на входе и выходе воды и в картере двигателя; для замера температуры и барометрического давления окружающего воздуха использовались ртутный термометр и ртутный лабораторный барометр.

Выключение цилиндров производилось изготовленным в ходе исследований приспособлением, позволяющим отключать цилиндры в любом количестве и в любых комбинациях.

Индицирование двигателя осуществлялось с помощью пьезоэлектрического индикатора. Датчик, специально изготовленный, ввертывался в камеру сгорания восьмого цилиндра, для чего в головке блока было просверлено специальное отверстие. Усиление сигналов датчика производилось с помощью усилителя конструкции ЦНИТА. Запись индикаторных диаграмм осуществлялась осциллографом типа Н102 на кинонегатив А-2.

Перед началом испытаний тормоз и все приборы стенда были протарированы. Датчик пьезоэлектрического индикатора подвергался статической тарировке на специальном гидропрессе по образцовому манометру и динамической тарировке на двигателе.

Для проверки исправности двигателя и установления оптимальных регулировок систем питания и зажигания было произведено снятие скоростной характеристики. После проведения необходимых регулировок скоростная характеристика двигателя по мощностным и экономическим показателям соответствовала стандартной.

Методика определения мощности механических потерь методом холостого хода заключалась в следующем. После установления нормального теплового состояния двигателя (температура выходящей воды 75—80°C, температура масла 80°C) выключалась половина цилиндров и устанавливалась с помощью дроссельной заслонки заданное число оборотов коленвала двигателя. Затем при том же положении дроссельной заслонки этот же скоростной режим устанавливался с помощью тормоза при восьми работающих цилиндрах.

Уравнения баланса мощности для этих двух режимов имеют вид

$$4N_{i_1} - (4N_{m_1 p} + 4N_{m_1 v}) = 0,$$

$$8N_{i_1} - 8N_{m_1 p} = N_e.$$

Вычитая из второго уравнения первое, получим

$$4N_{i_1} - 4N_{m_1 p} + 4N_{m_1 v} = N_e,$$

но

$$4N_{i_1} = 4N_{m_1 p} + 4N_{m_1 v},$$

откуда

$$4N_{M_1 P} + 4N_{M_1 B} - 4N_{M_1 P} + 4N_{M_1 B} = N_e,$$

$$8N_{M_1 B} = N_e,$$

где  $N_{i_1}$  — индикаторная мощность одного работающего цилиндра;  $N_{M_1 P}$  и  $N_{M_1 B}$  — мощность механических потерь соответственно одного работающего и выключенного цилиндров;  $N_e$  — эффективная мощность, развиваемая двигателем на втором режиме.

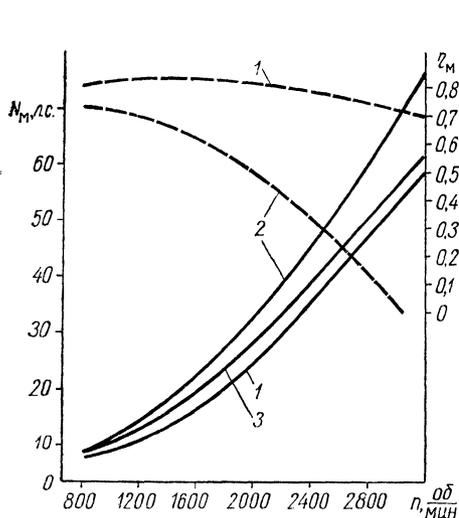


Рис. 1. Изменение мощности механических потерь  $N_M$  (сплошная линия) и механического к.п.д. двигателя  $\eta_M$  ЗИЛ-130 (штриховая линия) в зависимости от числа оборотов коленвала:

1 — при работе без шайбы; 2 — при работе с ограничительной шайбой с двумя отверстиями диаметром по 12,05 мм; 3 — индицирование двигателя при работе без шайбы

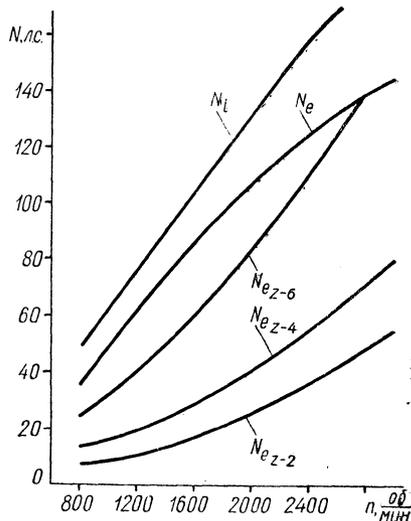


Рис. 2. Изменение бестормозной нагрузки работающих цилиндров  $N_i$  и механическими потерями выключенных в зависимости от скорости вращения коленвала и числа выключенных цилиндров

Индицирование двигателя производилось на режиме скоростной характеристики и при работе двигателя на двух, четырех, шести цилиндрах. После обработки индикаторных диаграмм получали значения среднего индикаторного давления  $p_i$  для каждого режима.

По известной формуле  $N_i = \frac{p_i V_n n}{900}$  подсчитывали значения  $N_i$  и затем по формуле  $N_M = N_i - N_e$  определяли мощность механических потерь (рис. 1). Как видно из рис. 1, мощность механических

потерь двигателя ЗИЛ-130 изменяется в зависимости от числа оборотов в довольно широких пределах.

Степень нагрузки работающих цилиндров в зависимости от количества выключенных и числа оборотов определялась по формуле [3]:

$$N_{ez-z_B} = \eta_M N_M \left( 1 + \frac{z_B}{z_p} \right),$$

где  $N_{ez-z_B}$  — эффективная мощность работающих цилиндров в пересчете на восемь цилиндров при  $z_B$  выключенных;  $N_M$  — мощность механических потерь двигателя;  $\eta_M$  — коэффициент полезного действия работающих цилиндров;  $z_B$  — количество выключенных цилиндров двигателя;  $z_p$  — количество работающих цилиндров двигателя.

Результаты подсчета  $N_{ez-z_B}$  приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Число оборотов коленвала $n$ , об/мин | Коэффициент полезного действия $\eta_M$ | Мощность, л. с. |            |            |            |
|---------------------------------------|---|-----------------|------------|------------|------------|
|                                       |   | $N_M$           | $N_{ez-2}$ | $N_{ez-4}$ | $N_{ez-6}$ |
| 800                                   | 0,81                                    | 9               | 9,7        | 14,5       | 29         |
| 1200                                  | 0,83                                    | 12,3            | 13,6       | 20,5       | 41         |
| 1600                                  | 0,836                                   | 16,5            | 18,4       | 27,6       | 55,2       |
| 2000                                  | 0,8                                     | 26,5            | 27,6       | 42,4       | 84,7       |
| 2400                                  | 0,77                                    | 37,6            | 38,5       | 58         | 116        |
| 2800                                  | 0,744                                   | 47,6            | 47         | 71         | 142        |
| 3200                                  | 0,700                                   | 59,5            | 55,4       | 83         | —          |

Эффективная мощность двух работающих цилиндров в пересчете на восемь цилиндров при скорости вращения коленвала двигателя около 2800 об/мин (рис. 2) равна эффективной мощности двигателя при работе его в режиме скоростной характеристики, т. е. два работающих цилиндра при указанном числе оборотов коленчатого вала получают за счет механических потерь выключенных цилиндров полную внешнюю нагрузку. Таким образом, бестормозной способ нагружения работающих цилиндров выключением их части применительно к двигателю ЗИЛ-130 позволяет изменять бестормозную загрузку от 20% при 800 об/мин и шести работающих цилиндрах до 100% при 2800 об/мин и двух работающих цилиндрах.

Для получения исходных данных для составления методики бестормозных испытаний двигателя ЗИЛ-130 были проведены опыты по подбору ограничительной шайбы. Подбор шайбы производился по методике, предложенной В. И. Казарцевым и Г. П. Шароновым

[3]. Подобранная ограничительная шайба имела два отверстия диаметром по 12,05 мм каждое. При работе с шайбой скорость двигателя при полностью открытой дроссельной заслонке равнялась 3000 об/мин.

На рис. 3 и 4 приведена скоростная характеристика двигателя и максимальное число оборотов коленвала в зависимости от числа работающих цилиндров при работе с шайбой. Эти зависимости получены для последующего проектирования технических условий на бестормозные испытания отремонтированных двигателей ЗИЛ-130.

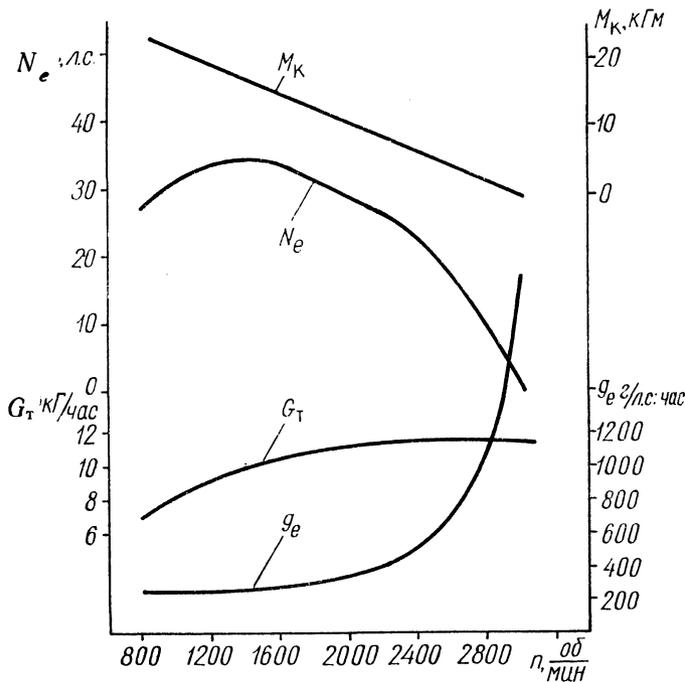


Рис. 3. Скоростная характеристика двигателя ЗИЛ-130 при работе с подобранной ограничительной шайбой

Исследование влияния отключения цилиндров на вибрации двигателя производилось с помощью вибрографа ВР-1. Записывались поперечные колебания двигателя. Запись производилась на ленту, покрытую восковым слоем, с шестикратным увеличением.

Опыты показали, что наибольший размах поперечных колебаний двигателя имеет место при числе оборотов коленвала, соответствующем максимальному крутящему моменту, и изменяется в зависимости от числа выключенных цилиндров и их относительного расположения.

Однако величина вибраций при выключении разного количества цилиндров практически не превышала максимальных колебаний двигателя при его работе в режиме скоростной характеристики.

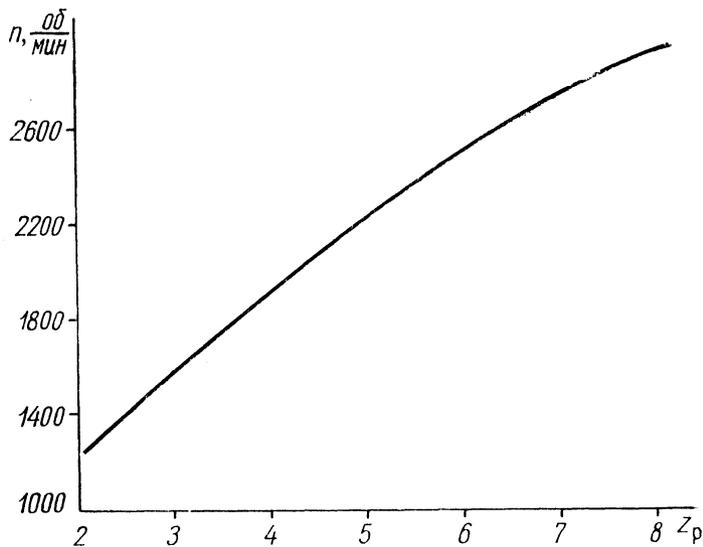


Рис. 4. Максимальное число оборотов коленвала двигателя ЗИЛ-130 при разном числе работающих цилиндров при работе с ограничительной шайбой

### Выводы

1. Подобрана ограничительная шайба для испытания двигателей после обкатки и определены исходные данные для составления методики бестормозных испытаний двигателей ЗИЛ-130.

2. Величина поперечных вибраций двигателя при его работе с разным количеством выключенных цилиндров практически не превышает максимальных колебаний двигателя при его работе в режиме скоростной характеристики.

### Литература

1. Ждановский Н. С. Бестормозные испытания тракторных двигателей. М.—Л., 1966.
2. Никандров В. С. Исследование и разработка методики испытаний автотракторных двигателей в подвижных ремонтных частях. Дисс. Л., 1958.
3. Казарцев В., Шаронов Г. Бестормозные испытания карбюраторных двигателей после ремонта. «Автомобильный транспорт», 1953, № 6.
4. Шаронов Г. П. и др. Новые способы приработки двигателя после ремонта. «Техника и вооружение», 1962, № 3.