

ИЗВЕСТИЯ ИРКУТСКОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

Г.А. ТАШКИНОВ

А.М. БОРОДИЧ

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО  
ВОЗДУХА НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ВИХРЕКАМЕР-  
НОГО ДИЗЕЛЯ

Низкая температура окружающего воздуха оказывает значительное влияние на протекание рабочего процесса дизельного двигателя, его индикаторные и эффективные показатели. Это доказывают проведенные нами исследования работы двигателя СМД-14А трактора ДТ-75 в условиях различной температуры воздуха.

Исследования двигателя, установленного на открытом воздухе, заключались в снятии регулированных характеристик по составу смеси с одновременным индцированием, замером расхода воздуха, температуры воздуха перед впускным клапаном и отработавших газов в выпускном коллекторе. В качестве топлива использовалось зимнее дизельное, масло - дизельное ДС<sub>П</sub>-8.

Исследование показало, что снижение температуры воздуха прежде всего оказывается на температуре свежего заряда, поступающего в цилиндр. При температуре воздуха ниже минус 20-30° С температура свежего заряда становится отрицательной.

Понижение температуры свежего заряда по мере снижения температуры воздуха сопровождается увеличением весового наполнения цилиндров, что вызывает рост коэффициента избытка воздуха. При работе двигателя на номинальном скоростном режиме, нормальном /15 кг/ часовом расходе топлива и тепловом режиме 90°С, снижение температуры воздуха

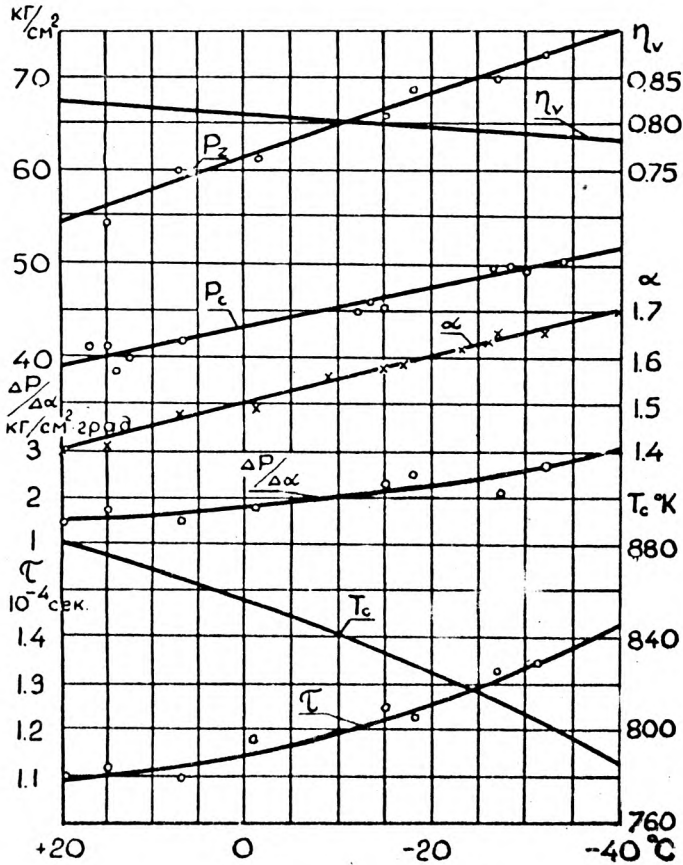


Рис.1

от плюс до минус  $40^{\circ}\text{C}$  увеличивает коэффициент избытка воздуха от 1,4 до 1,7, то есть примерно на 20 процентов /рис. 1/.

Следует отметить, что с понижением температуры окружающего воздуха коэффициент наполнения двигателя снижается. Изменение температуры воздуха от плюс  $20^{\circ}$  до минус  $40^{\circ}\text{C}$  уменьшает коэффициент наполнения от 0,82 до 0,78, что объясняется, главным образом, увеличением подогрева свежего заряда. Эксперименты показывают, что снижение температуры воздуха на  $10^{\circ}\text{C}$  увеличивает подогрев заряда на  $1,5^{\circ}$ .

Индицирование двигателя показывает, что снижение температуры воздуха вызывает рост давления конца сжатия и конца сгорания /максимального давления цикла/. Из графика /рис. 1/ видно, что при снижении температуры воздуха до минус  $40^{\circ}\text{C}$  давление конца сжатия повысилось от 39 до 51 кг/см<sup>2</sup>, а максимальное давление цикла от 54 до 75 кг/см<sup>2</sup>. В результате указанного снижения температуры воздуха работа двигателя на номинальных нагрузочном, тепловом и скоростном режимах сопровождается увеличением степени повышения давления от 1,39 до 1,47.

Увеличение степени повышения давления свидетельствует, что с понижением температуры воздуха процесс сгорания топлива в цилиндре изменяется - возрастает количество топлива, сгорающего при постоянном объеме. При прочих равных условиях увеличение количества топлива, сгорающего при постоянном объеме, может быть следствием повышения скорости сгорания. Повышение скорости сгорания, в свою очередь, является следствием увеличения коэффициента избытка воздуха, а также увеличения периода задержки воспламенения.

Эксперименты показывают, что период задержки воспламенения, в рассматриваемом диапазоне изменения температуры воздуха, увеличивается от  $11 \cdot 10^{-4}$  до  $14 \cdot 10^{-4}$  сек /рис. 1/, что вызывает перемещение начала воспламенения топлива на  $3^{\circ}$  поворота коленчатого вала в сторону запаздывания.

Известно, что температура самовоспламенения топлива с увеличением давления уменьшается. Поэтому повышение давле-

ния конца сжатия должно сокращать период задержки воспламенения. Поскольку этого не происходит, можно сделать вывод о значительном снижении температуры конца сжатия, которое оказывает большее действие на период задержки, чем повышение давления конца сжатия. Расчет, проведенный исходя из экспериментальных значений периода задержки воспламенения, показывает, что снижение температуры воздуха от плюс  $20^{\circ}$  до минус  $40^{\circ}$  С вызывает понижение температуры конца сжатия от  $880$  до  $790^{\circ}$  К /рис. I/.

При иной снижении температуры конца сжатия является уменьшение температуры конца впуска, в то время, как показатель политропы сжатия при этом увеличивается.

Увеличение периода задержки воспламенения повышает скорость нарастания давления, которая характеризует жесткость работы двигателя. Повышение скорости нарастания давления от  $1,5$  до  $3,0$  кг/см $^2$  I $^{\circ}$  /рис. I/ и является одной из причин увеличения степени повышения давления с понижением температуры воздуха.

В результате повышения коэффициента избытка воздуха и периода задержки воспламенения, вызывающих увеличение скорости сгорания и скорости нарастания давления, по мере понижения температуры окружающего воздуха наблюдается рост индикаторных показателей двигателя. Например, среднее индикаторное давление при работе двигателя на номинальном тепловом и нагрузочном режиме, в результате понижения температуры воздуха до минус  $40^{\circ}$  С, повышается от  $7,7$  до  $9,1$  кг/см $^2$  или на 18 процентов. Индикаторный коэффициент полезного действия при этом увеличивается от  $0,38$  до  $0,45$ . Соответственно среднему индикаторному давлению увеличивается и индикаторная мощность двигателя.

В связи с ростом индикаторных показателей, по мере снижения температуры воздуха наблюдается повышение и эффективных показателей двигателя. Эффективная мощность при минус  $40^{\circ}$  С достигает  $85$  л.с. /против  $75,5$  л.с. при плюс  $20^{\circ}$  С/, то есть увеличивается, примерно, на 12 процентов. Соответственно снижается и удельный расход топлива.

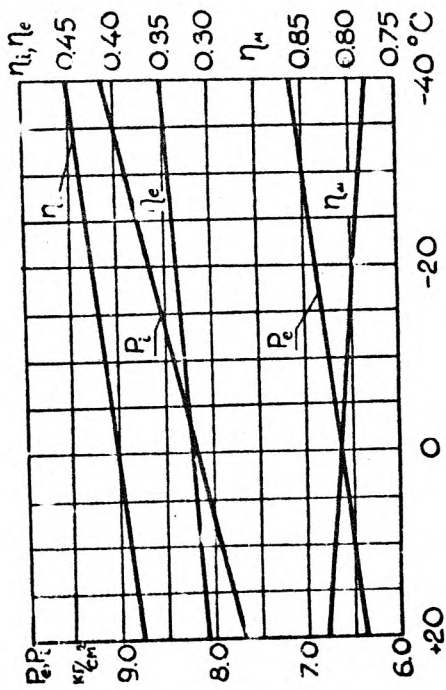


Рис. 2

Более интенсивное увеличение индикаторных показателей по сравнению с увеличением эффективных свидетельствует о росте механических потерь в двигателе по мере понижения температуры. Исследование показывает, что с понижением температуры воздуха до минус  $40^{\circ}\text{C}$  среднее индикаторное давление трения повышается от 1,7 до 2,0 кг/см<sup>2</sup>, а механический коэффициент полезного действия при этом снижается от 0,83 до 0,78.

Расчеты показывают, что основной причиной увеличения механических потерь при понижении температуры воздуха является увеличение трения в результате возрастания давления газов в цилиндре двигателя.

Изменение среднего индикаторного и эффективного давлений, а также индикаторного, механического и эффективного коэффициентов полезного действия двигателя СМД-14А в зависимости от температуры окружающего воздуха представлены на рисунке 2.

Следует отметить, что повышение эффективных показателей дизельного двигателя с понижением температуры окружающего воздуха имеет место только при часовых расходах топлива, соответствующих нагрузкам выше 75 процентов от номинальной. При нагрузке ниже 75 процентов /расход топлива менее 11,2 кг в час/ с понижением температуры воздуха мощность и экономичность дизельного двигателя уменьшаются пропорционально снижению температуры. Причиной указанного является следующее. С уменьшением нагрузки двигателя /часового расхода топлива/ индикаторный коэффициент полезного действия увеличивается. Одновременно происходит снижение механического коэффициента полезного действия из-за относительного увеличения потерь трения. Снижение механического коэффициента полезного действия происходит тем интенсивнее, чем ниже температура воздуха и чем меньше нагрузка. В результате при определенном расходе топлива относительное уменьшение механического коэффициента полезного действия превышает относительный рост индикаторного. Поскольку произведение механического и индикаторного коэффициентов полезного действия представляет собой эффективный

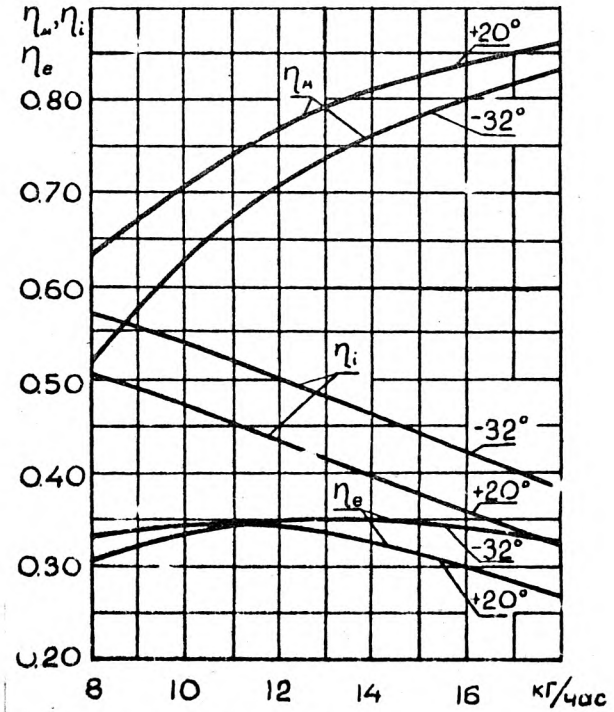


Рис. 3

коэффициент полезного действия, то в результате более резкого падения механического коэффициента полезного действия при низких температурах воздуха эффективный коэффициент полезного действия становится меньше, чем при более высоких температурах.

Более резкое снижение механического коэффициента полезного действия при низкой температуре воздуха объясняется более значительным повышением вязкости масла на трущихся поверхностях, главным образом, на поверхностях цилиндров и поршней, из-за понижения их температуры с уменьшением нагрузки.

На рисунке 3 приведены графики изменения индикаторного, механического и эффективного коэффициентов полезного действия в зависимости от часового расхода топлива /нагрузки/ двигателем при температуре воздуха плюс 20 и минус 32°C. Графики построены на основании экспериментальных исследований изменения средних индикаторного и эффективного давлений при снятии регулировочных характеристик по составу смеси в условиях различной температуры воздуха.

Таким образом, исследования показывают, что под влиянием низкой температуры воздуха происходят значительные изменения в рабочем процессе дизельного двигателя и показателях его работы, что необходимо учитывать при эксплуатации тракторов зимой.