

ИЗВЕСТИЯ ИРКУТСКОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

АНТОНЕЦ Д.А.
БОРОДИЧ А.М.
ТАШКИНОВ Г.А.

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА
ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ С
НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ВПРЫСКОМ

Определение влияния низких температур окружающей среды на эффективные показатели дизеля с непосредственным впрыском при различных его нагрузках и температурах охлаждающей жидкости в головке блока проводилось на двигателе Д-6. Двигатель был установлен на открытом воздухе и утеплен ватным капотом. Для торможения применялся электродвигательной стенд КИ-2118А. Питание двигателя осуществлялось топливом 3 "ГОСТ 305-62" из топливного бака, установленного вне помещения. Система охлаждения была заправлена антифризом 40, система смазки маслом МТ-16П. Исследования проводились на номинальном скоростном режиме двигателя при температурах окружающей среды от плюс 20 до минус 40°С, температурах охлаждающей жидкости в головке блока 60, 70, 80, 90, 105°С и нагрузках двигателя, соответствующих расходам топлива 100%, 75% и 50% от номинального.

Исследования показали, что характер изменения эффективной мощности при понижении температуры окружающей среды зависит от нагрузки и температуры охлаждающей жидкости. Результаты экспериментов приведены на рис. 1.

При поддержании температуры охлаждающей жидкости 80-105°С и номинальном расходе топлива (28 кг/час) понижение температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 37°С вызывает увеличение мощности на 8-12%. Так, при поддержании температуры охлаждающей жидкости 90°С с изменением

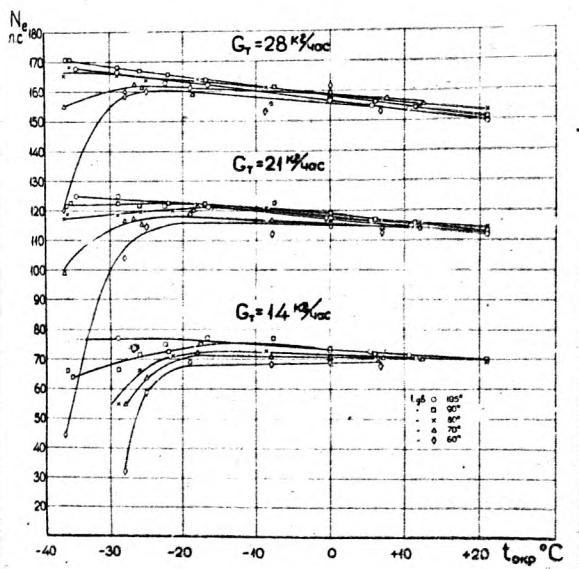


Рис. 1. Влияние температуры окружающей среды на эффективную мощность при различных нагрузках и тепловых режимах двигателя.

ем температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 37°С мощность возросла от 151 до 170 л.с.

Понижение температуры охлаждающей жидкости изменяет характер протекания эффективной мощности. При работе двигателя с температурой охлаждающей жидкости в головке блока 60 и 70°С мощность незначительно повышается /2-3%/ по мере снижения температуры окружающей среды от плюс 20°С до минус 24°С. Дальнейшее понижение температуры окружающей среды влечет резкое уменьшение мощности двигателя. В наших исследованиях при температуре окружающей среды минус 37°С и температуре охлаждающей жидкости 60°С двигатель развил мощность 120 л.с. против 155 л.с. при плюс 10°С. Отмеченный характер изменения мощности при температуре охлаждающей жидкости 60 и 70°С еще в более четкой форме проявляется на частичных нагрузках /рис. I/.

Следует обратить внимание на то, что температуры охлаждающей жидкости 80-90°С при частичных подачах топлива не всегда обеспечивают повышение мощности двигателя по мере понижения температуры окружающей среды. Например, при расходе топлива 21 кг/час / 75% от номинальной подачи / по мере понижения температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 15°С мощность, на отмеченных температурах охлаждающей жидкости, возросла от 114 до 122 л.с. При дальнейшем понижении температуры среды до минус 37°С мощность при температуре охлаждающей жидкости 90°С не изменилась, а при температуре охлаждающей жидкости 80°С снизилась до 117 л.с. В то же время температура охлаждающей жидкости 105°С является наиболее выгодной, обеспечивающей наибольшую мощность по мере понижения температуры окружающей среды. Целесообразность поддержания температуры охлаждающей жидкости 105°С еще в большей мере проявляется при подаче топлива 50% от номинальной /14 кг/час/.

Поскольку в зимнее время, как тракторные, так и автомобильные двигатели загружены не полностью, то очень важно при эксплуатации двигателей с непосредственным впрыском в условиях низких температур окружающей среды поддерживать температуру охлаждающей жидкости не ниже $100-105^{\circ}\text{C}$.

Рассмотренный характер изменения мощности двигателя с понижением температуры окружающей среды объясняется особенностями протекания рабочего процесса и изменением внутренних потерь двигателя в условиях низких температур окружающей среды. Как показали наши исследования, с понижением температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 37°C , весовое наполнение цилиндров воздухом и коэффициентом избытка воздуха увеличиваются на 17-19% /рис.2/. При этом, несмотря на увеличение периода задержки воспламенения, при температурах охлаждающей жидкости $80-105^{\circ}\text{C}$ за счет повышения коэффициента избытка воздуха увеличивается скорость сгорания топлива и возрастает индикаторный к.п.д. цикла, что способствует повышению мощности двигателя. С другой стороны при снижении температуры охлаждающей жидкости снижается температура масла в системе смазки и увеличиваются потери на трение. Поэтому, чем выше температура охлаждающей жидкости, тем больше эффективная мощность двигателя при работе его в условиях низких температур окружающей среды.

С понижением температуры охлаждающей жидкости от 105°C до $60-70^{\circ}\text{C}$ наблюдается значительное увеличение периода задержки воспламенения, протекающее особенно резко при температурах окружающей среды ниже минус $15-20^{\circ}\text{C}$, вследствие снижения температуры воздуха и топлива, поступающего в цилиндры двигателя. В результате ухудшается процесс сгорания, увеличиваются потери тепла в стенке камеры сгорания, снижается индикаторный к.п.д. и эффективная мощность двигателя. Так, на рис.3. приведена индика-

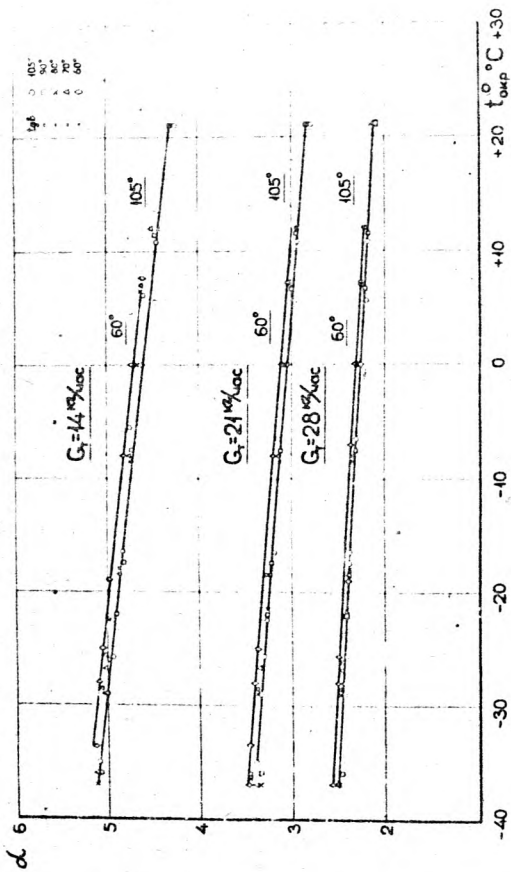


Рис. 2. Изменение коэффициента избытка воздуха в зависимости от температуры окружающей среды при различных тепловых режимах и нагрузках двигателя.

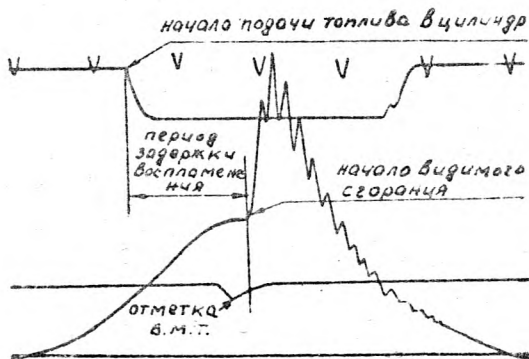


Рис. 3. Индикаторная диаграмма двигателя при работе на тепловом режиме 60°C и температуре окружающей среды минус 25°C (подача топлива 26 кг/час).

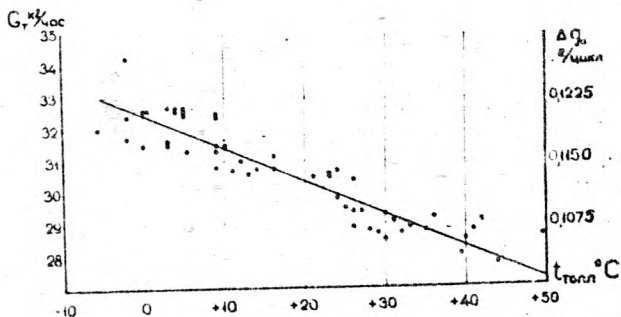


Рис. 4. Изменение цикловой подачи и часового расхода топлива в зависимости от его температуры.

торная диаграмма, снятая при температуре окружающей среды минус 25°C температуре охлаждающей жидкости 60°C и расходе топлива 26 кг/час , из которой видно, что начало видимого сгорания топлива сместилось за верхнюю мертвую точку. Отмеченное свидетельствует о значительном увеличении периода задержки воспламенения и несвоевременном сгорании топлива, что ведет к падению мощности при температуре охлаждающей жидкости 60 и 70°C на номинальной нагрузке при температурах среды ниже минус 25°C .

Таким образом, падение мощности при температуре охлаждающей жидкости 60 и 70°C и низких температурах окружающей среды происходит главным образом из-за ухудшения рабочего процесса двигателя.

Следует заметить, что температура топлива оказывает влияние не только на качество его распыливания форсунками, но и на величину цикловой подачи. С понижением температуры топлива при неизменном положении рейки возрастает цикловая подача, а следовательно и часовой расход топлива, что объясняется увеличением весового наполнения надплунжерного пространства в результате повышения плотности топлива. По нашим исследованиям при полном ходе рейки понижение температуры топлива на каждые 10° способствует увеличению цикловой подачи примерно на $3-3,5\%$. Результаты экспериментов представлены на рис. 4. Увеличение цикловой подачи при температурах охлаждающей жидкости в головке блока свыше 80°C приводит к значительному повышению эффективной мощности двигателя. Например, при температуре окружающей среды плюс 20°C , температуре охлаждающей жидкости 90°C и полном ходе рейки расход топлива составлял $29,1 \text{ кг/час}$ и двигатель развивал мощность 155 л.с.

Понижение температуры топлива до минус 2°C при температуре окружающей среды минус 37°C привело к увеличению

расхода топлива до 32,6 кг/час и мощности двигателя до 190 л.с.

Итак, при работе двигателя в условиях отрицательных температур окружающей среды его мощность, при поддержании температуры охлаждающей жидкости 90-105°C и неизменном положении рейки, будет возрастать не только за счет улучшения рабочего процесса, но и за счет увеличения цикловой подачи топлива.

Рассмотрим влияние низких температур окружающей среды на удельный расход топлива и эффективный к.п.д. двигателя.

Из теории двигателей известно, что удельный расход топлива и эффективный к.п.д. связаны следующей зависимостью:

$$g_e = \frac{632}{H_u \eta_e}$$

где: g_e - удельный расход топлива;

H_u - низшая теплотворная способность топлива;

η_e - эффективный к.п.д.

Таким образом, экономичность двигателя определяется характером изменения эффективного к.п.д. Изменение эффективного к.п.д. в зависимости от температуры окружающей среды представлено на рис.5. Поскольку подача топлива для различных тепловых режимов двигателя и температур окружающей среды сохранялась при исследовании постоянной, то протекание эффективного к.п.д. происходит в соответствии с изменением эффективной мощности двигателя.

В свою очередь, эффективный к.п.д. представляет собой произведение индикаторного и механического к.п.д. двигателя. Поэтому на экономичность работы двигателя влияют совершенство протекания рабочего процесса и внутренние потери, определяемые механическим к.п.д.

В наших исследованиях при работе двигателя на номинальной нагрузке при температурах охлаждающей жидкости 80-105°C с понижением температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 37°C экономичность двигателя улучшается /рис.6/. При этом удельный расход топлива снижается от 182-187

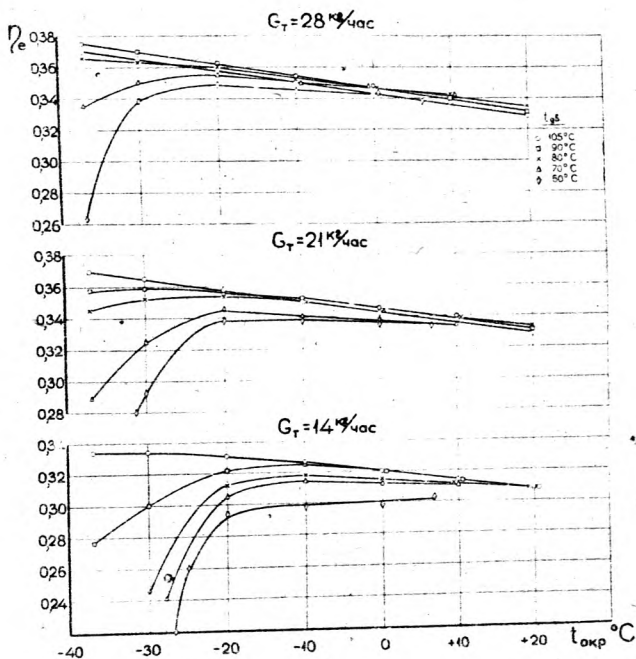


Рис. 5. Влияние температуры окружающей среды на эффективный к.п.д. двигателя.

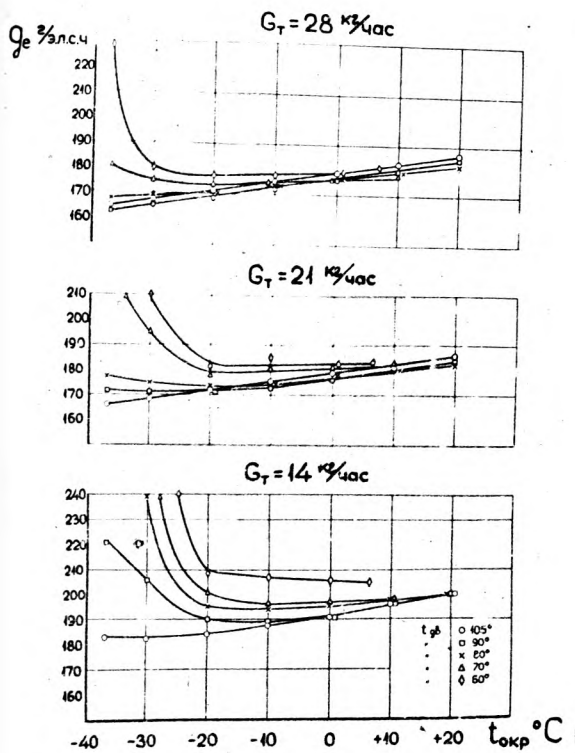


Рис.6. Влияние температуры окружающей среды на удельный расход топлива двигателя с непосредственным впрыском.

до 163-168 г/э.л.с.ч. Уменьшение удельного расхода топлива можно отнести за счет улучшения рабочего процесса двигателя, объясняемого сокращением продолжительности сгорания топлива из-за увеличения коэффициента избытка воздуха.

Этими же причинами объясняется некоторое улучшение экономичности при плюсовых температурах окружающей среды по мере понижения температуры охлаждающей жидкости. Поскольку при понижении температуры охлаждающей жидкости от 105 до 60°C температура масла в наших экспериментах снижается незначительно (10-14°), а следовательно уменьшение механического к.п.д. из-за увеличения вязкости масла будет небольшим, то реакное увеличение удельного расхода топлива при работе с температурой охлаждающей жидкости 60-70°C при температурах окружающей среды ниже минус 20°C объясняется ухудшением рабочего процесса двигателя и значительным падением его индикаторного к.п.д.

Экспериментальные данные показывают, что наилучшая экономичность двигателя при эксплуатации его в условиях низких температур окружающей среды достигается при поддержании температуры охлаждающей жидкости 105°C. Экономический эффект от высокого теплового режима двигателя (105°C) особенно проявляется на частичных нагрузках.

ВЫВОДЫ

1. Понижение температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 37°C, при работе двигателя с температурой охлаждающей жидкости в головке блока 80-105°C и номинальным часовым расходе топлива, вызывает увеличение эффективной мощности и снижение удельного расхода топлива на 8-12%.

2. Работа двигателя при температуре охлаждающей жидкости в головке блока 60 и 70⁰С с понижением температуры окружающей среды от плюс 20 до минус 20-25⁰С сопровождается незначительным повышением его мощности и экономичности (2-3%). Дальнейшее понижение температуры окружающей среды вызывает падение отмеченных показателей работы двигателя.
3. С точки зрения наибольшей эффективной мощности и минимального удельного расхода топлива при эксплуатации двигателя с непосредственным впрыском в условиях низких температур окружающей среды температуру охлаждающей жидкости в системе охлаждения необходимо поддерживать в пределах 100-105⁰С.