

УДК 624.436:621.45.034.3:621.43.016.4

РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НАГАРА В РАСПЫЛИТЕЛЯХ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЕЙ

Р.Ю. Сергейчук

ФГОУ ВПО Тверская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра «Тракторы и автомобили»

Предлагается упрощенный расчетный метод прогнозирования нагарообразования в распылителях форсунок дизелей для выявления диапазона температур наиболее опасного для образования нагара.

Ключевые слова: *нагарообразование в распылителях, уравнение нестационарной теплопроводности, коэффициент теплоотдачи газов, время нагрева, температура газов, материал стенки*

При рассмотрении надежности сельскохозяйственной техники особое внимание уделяется дизельному двигателю. Этот вопрос требует особого внимания, т.к. надежность, экономичность и рациональное использование сельскохозяйственной техники находится в тесной взаимосвязи с экономикой и во многом определяет эффективность сельскохозяйственного производства.

Нагарообразование является одним из характерных отказов дизелей в эксплуатации. Нагар, который откладывается на стенках распыливающих отверстий, приводит к уменьшению пропускной способности распылителя и прогрессирующему снижению мощности. Снижение нагарообразования в распылителях позволит значительно повысить стабильность показателей дизелей в эксплуатации.

Целью исследований является совершенствование ускоренных испытаний распылителей на нагарообразование путем разработки теоретического метода прогноза нагарообразования в распылителях.

Расчетный метод прогнозирования нагарообразования в распылителях форсунок дизелей может обеспечить получение достоверных результатов только в том случае, если правильно понимается физическая сущность процесса, и математический аппарат достоверно описывает физическую модель.

Механизм теплового взаимодействия корпуса распылителя с топливом и цилиндры газами следующий: в процессе впрыскивания топлива, двигаясь во внутренних полостях распылителя, нагревается от стенок. После окончания впрыскивания продолжается дальнейший нагрев топлива от стенок распыливающего отверстия и от цилиндрических газов.

Предполагается, что после впрыскивания топлива в поддыгольной полости распылителя образуется вакуум. В результате

этого цилиндрические газы стремятся проникнуть в поддыгольную полость через распыливающие отверстия.

Если предположить, что все распыливающие отверстия имеют равные проходные сечения, тогда через каждое отверстие проникает равное количество цилиндрических газов. В этой связи была построена упрощенная расчетная схема распыливающего отверстия и поддыгольной полости, заполняемой газами через это отверстие.

Так как объем поддыгольной полости распылителя очень мал, то тепловым взаимодействием стенки распыливающего отверстия и цилиндрических газов в процессе заполнения поддыгольной полости можно пренебречь.

Так как в процессе теплообмена между стенкой распылителя и цилиндрическими газами тепловой поток непостоянен во времени, то процесс теплопроводности является нестационарным. В связи с этим, в основу расчета было положено уравнение нестационарной теплопроводности, на основании которого можно определить температуру стенки распыливающего отверстия в любой момент времени при ее нагревании и охлаждении, а также количество теплоты, воспринятое стенкой в процессе нагревания ее цилиндрическими газами.

Для упрощения расчетов цилиндрическая стенка распыливающего отверстия была представлена в виде плоской стенки бесконечной длины и ограниченной шириной, равной длине канала распыливающего отверстия (0,9 мм).

Таким образом, в период охлаждения стенки на характер изменения ее температуры влияют такие параметры, как температура топлива $t_f=110^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи топлива $\alpha_f=3000\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$ и время охлаждения τ , равное времени поворота коленчатого вала на 42° . В свою очередь, влияние будет оказывать материал стенки, в частности, такие его характеристики, как коэффициент теплопроводности λ , коэффициент температуропроводности a , начальная температура стенки t_0 и ее толщина.

Температура стенки определялась на глубине $\delta = 0,1$ мм от поверхности. Коэффициент теплопроводности для стали $\lambda = 45$ Вт/(м \cdot К). Коэффициент температуропроводности для стали $a = 1,25 \cdot 10^5$ м 2 /с.

В период нагревания стенки на характер изменения ее температуры будут влиять такие параметры, как коэффициент теплоотдачи газов $\alpha_g=350$ Вт/(м 2 ·К), время нагрева $\tau=107^\circ\text{ПКВ}$ с момента окончания впрыскивания, также температура газов T_g . В свою очередь, влияние также будут оказывать параметры материала стенки.

Температура стенки в процессе охлаждения определялась через каждые 7°ПКВ , а в процессе нагрева – через каждые 18°ПКВ . Значения начальной температуры стенки искусственно изменялись от 230 до 300°C с шагом в 10°C .

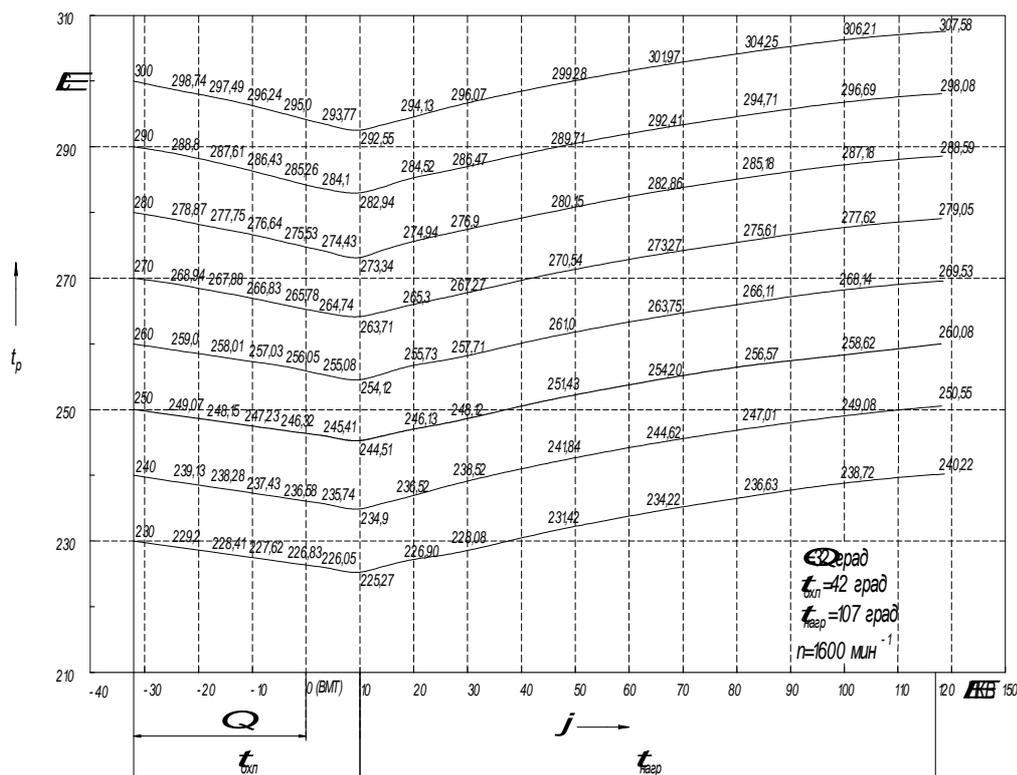


Рисунок 1 – Изменение температуры стенки распыливающего отверстия на тактах «сжатие»-«рабочий ход»

По результатам проведенных расчетов были построены графики изменения температуры стенки распыливающего отверстия на тактах «сжатие»-«рабочий ход» при различных начальных температурах стенки (рисунок 1). Анализируя построенные графики, был сделан вывод, что во время охлаждения стенки распыливающего отверстия топливом (в процессе впрыскивания), ее температура снижается на 5-7°C. В процессе теплового взаимодействия цилиндрических газов со стенкой, ее температура увеличивается в среднем на 15°C. При этом, по мере снижения температуры цилиндрических газов, интенсивность роста температуры стенки снижается.

Данные физическая и математическая модели могут быть использованы при разработке метода теоретического определения режимов работы двигателя, на которых будет наблюдаться повышенное нагарообразование.

Таким образом, полученный расчетный метод можно включить в существующую схему организации ускоренных испытаний распылителей форсунок дизелей на нагарообразование как на стадии проектирования дизеля, так и на стадии ускоренных испытаний. Это позволит предварительно выявить диапазон температур, наиболее

опасный с точки зрения нагарообразования и, в дальнейшем, проводить ускоренные испытания в полученном диапазоне температур, что существенно сократит их объем и соответственно повысит их эффективность.

RATED THEORETICAL ANALYSIS OF THE CARBONIZATION CONDITIONS IN DIESEL ENGINE SPRAYERS

R.U. Sergeychuk

Federal State Educational Institution of High Professional Education "Tver State Agricultural Academy"
The department "Tractors and vehicles"

The author offers a simplified calculating method for carbonization prediction in diesel engine sprayers to expose the temperature range which is the most dangerous for the carbonization.

Key words: *carbonization in diesel engine sprayers, the equation of unstable thermal conduction, heat gas transfer ratio, heating time, gas temperature, sprayer side material*

Сведения об авторах:

СЕРГЕЙЧУК Роман Юрьевич – аспирант кафедры «Тракторы и автомобили» Тверской государственной сельскохозяйственной академии, e-mail: sergeichuk.roman@mail.ru