

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

В статье рассматриваются вопросы экспериментального исследования работы дизельных двигателей автомобилей на различных видах топлива с целью определения приспособленности двигателей к использованию новых видов топлива.

Поршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС) в настоящее время и в ближайшем будущем есть и остается одним из основных типов энергетических установок. Сочетанием теоретических и экспериментальных методов исследований ДВС наиболее полно выявляются резервы и пути совершенствования рабочих циклов двигателей. Существующие методы расчета и анализа процесса сгорания топлив требуют корректировки с учетом результатов расширенных экспериментальных исследований как с традиционными, так и с новыми видами топлив с целью улучшения технико-экономических показателей двигателя.

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований процессов пуска дизеля на различных топливах, рабочего цикла дизелей на газоконденсатных топливах, процессов сгорания различных моторных топлив, оценена токсичность отработавших газов дизеля, работающего на газоконденсатных топливах, поскольку газовые конденсаты (ГК) ряда месторождений России можно считать ближайшим сырьевым резервом при производстве моторных топлив для дизелей [1].

Исследование пуска проводилось на дизеле ОД-738 с камерой сгорания в поршне типа ЦНИДИ и степенью сжатия 14 на стенде с балансирной машиной, секундомером, электронно-цифровым указателем частоты, осциллографом. После установления заданного скоростного режима включалась подача топлива (контроль процесса топливоподачи осуществлялся по осциллограммам подъема иглы форсунки) и отключалась балансирная машина. С помощью осциллографа оценивались средние значения максимального давления газов $p_{\text{макс. ср}}$. В момент выхода дизеля на номинальный скоростной режим аппаратура отключалась.

За продолжительность пуска $t_{\text{п}}$ принималось время от момента начала подачи топлива при заданной частоте вращения коленчатого вала до момента набора двигателем номинального скоростного режима. По истечении этого времени двигатель работает устойчиво и способен принять нагрузку. Пуск дизеля оценивался на следующих топливах: дизельное топливо с цетановым числом 45; ГК Мастахского месторождения с цетановым числом 40 (ГШФС-4); ГК Средневилюйского месторождения с цетановым числом 34 (ГШФС-3); ГК Оренбургского месторождения с цетановым числом 38; ГК Средневилюйского месторождения с цетановым числом 27; ГК Оренбургского месторождения с цетановым числом 25; газоконденсатный бензин АГ-72 с цетановым числом 24; газоконденсатный бензин АГ-76 с цетановым числом 22; смесь бензинов АИ-93 и АГ-76 с цетановым числом 18,5; бензин АИ-93 с цетановым числом 17.

Влияние воспламеняемости различных топлив на продолжительность пуска и среднее максимальное давление газов в цилиндре показано на рис. 1.

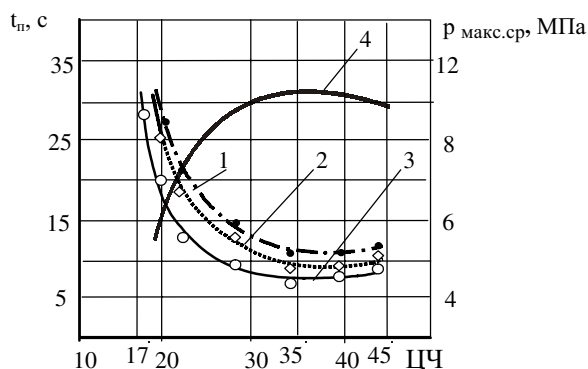


Рисунок 1. Влияние воспламеняемости газоконденсатных топлив на пуск дизеля при различных пусковых частотах вращения: 1 – 100 об/мин; 2 – 150 об/мин; 3 – 200 об/мин; 4 – максимальное давление газов $p_{\text{макс. ср}}$

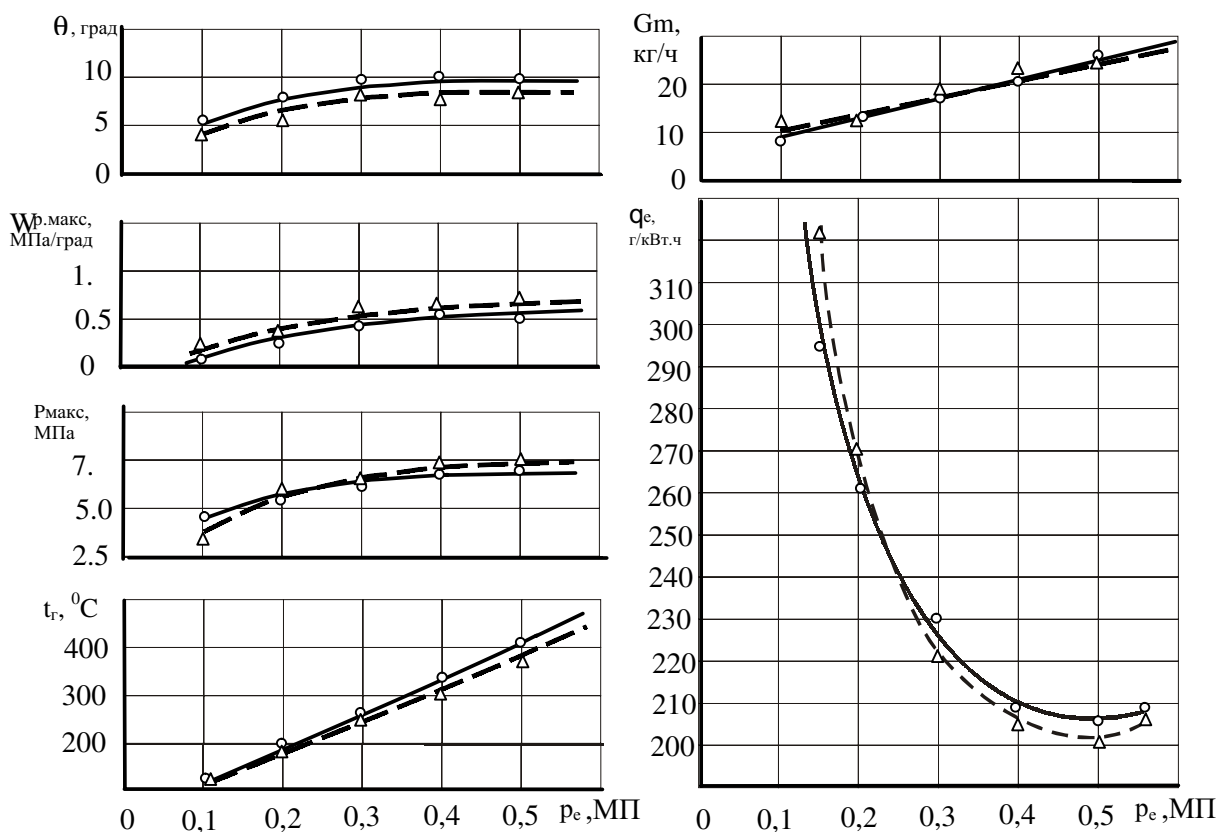


Рисунок 2. Нагрузочные характеристики дизеля 6Ч 15/18 (при частоте вращения коленчатого вала 1500 об/мин): о - дизельное топливо; Δ - топливо ГКОМ (q_e – массовый удельный расход топлива, t_r – температура газов)

Величина цетанового числа (ЦЧ) 35 разделяет исследованную область воспламеняемости топлив на две зоны. Увеличение ЦЧ более 35 не приводит к сокращению продолжительности пуска $t_{п}$ для различных пусковых частот вращения коленчатого вала, но снижает максимальное давление газов. При значениях ЦЧ ниже 35 увеличивается продолжительность пуска, особенно интенсивно – для значений менее 30. Чем больше пусковая частота, тем интенсивнее возрастает продолжительность пуска. В этой области происходит также интенсивное уменьшение максимальных давлений газов. Объясняется это тем, что при ЦЧ ниже 35 вследствие увеличения периодов задержки воспламенения процесс сгорания перемещается за верхнюю мертвую точку (ВМТ) (в зону расширения), что является причиной снижения $p_{макс.ср}$. Перемещение процесса сгорания за ВМТ приводит к снижению индикаторной работы цикла и, как следствие, к увеличению продолжительности пуска. Область изменения

ЦЧ от 45 до 35 является предпочтительной с точки зрения надежного пуска дизеля.

При снижении цетанового числа до 24 не наблюдается пропусков воспламенения топлив. Первые пропуски воспламенения появляются на топливе с ЦЧ 22. Однако пуск обеспечивается и при ЦЧ 20. Дальнейшее снижение ЦЧ сопровождается большим числом пропусков воспламеняемости. После первых вспышек идет серия пропусков, затем процесс повторяется, и двигатель не может выйти на номинальный режим. Так, на топливе с ЦЧ 18,5 максимальная амплитуда изменения частоты вращения не превышает 700 мин^{-1} . Это можно объяснить тем, что первые вспышки увеличивают частоту вращения, но при этом уменьшается время предпламенной подготовки топлива, которое требуется для своевременного воспламенения. С увеличением частоты вращения момент воспламенения интенсивно перемещается за ВМТ, происходит уменьшение работы цикла и, как следствие, снижение скоростного

режима. Поэтому для обеспечения надежного пуска необходимо своевременное воспламенение топлива не только на пусковых, но и на рабочих режимах. Это исключит срыв пуска после серии первых вспышек, что имеет место при отрицательных температурах окружающей среды. При приближении воспламеняемости топлив к ЦЧ, равному 17, пуск двигателя становится невозможным (без дополнительных мер).

Топливо ГКОМ получено из ГК Оренбургского месторождения отбором 50% по объему бензиновых фракций, как ГШФС-3 из ГК третьего типа отбором 35% бензиновых фракций. По сравнению со стандартными топливами для дизелей топлива ГКОМ и ГШФС-3 имеют более низкую воспламеняемость примерно на 30-32%. Температуры начала кипения топлив выше 90° С. Кинематическая вязкость при 20° С составляет не менее 1,35 мм²/с. В процессе исследования установлено, что при температуре начала

кипения, равной либо выше 90° С, пробки в системе топливоподачи не образуются, в связи с чем нет необходимости производить перерегулировку топливоподкачивающих насосов на более высокое давление. По вязкости топлива ГКОМ и ГШФС располагаются вне зоны повышенных утечек.

При работе дизеля 6Ч 15/18 на нагрузочной характеристике (рис. 2) на топливе ГКОМ экономические показатели двигателя практически такие же, как и на дизельном топливе, а на средних эффективных давлениях выше 0,25 МПа отмечается тенденция к повышению экономичности. Вследствие более низкой воспламеняемости углы опережения воспламенения уменьшаются в среднем на 1,0...1,5 град ПКВ. На газоконденсатном топливе снижается дымность выхлопных газов. Аналогичные результаты получены и при исследовании дизеля 1Ч 14,5/20,5.

На режимах холостого хода (рис. 3) показатели рабочего цикла на топливах ГКОМ и ГШФС-3 и дизельном практически одинаковы. По характеристикам холостого хода можно судить об эффективности использования того или иного топлива, поскольку наиболее сложно обеспечить многотопливность дизелей именно на режимах холостого хода, и особенно на повышенных скоростных режимах. Это подтверждается осциллограммами давлений газов в цилиндре дизеля (рис. 4). При увеличении частоты вращения индикаторные диаграммы на всех видах топлива существенно деформируются, причем в большей степени – на облегченных топливах.

Характер изменения давлений газов в цилиндре дизеля на номинальном режиме на топливах дизельном, ГКОМ, ГШФС и смесях отличается незначительно, чего не наблюдается при работе на чистом ГК третьего типа. Это также говорит об удовлетворительном протекании рабочего цикла лишь при использовании в дизелях смесей и частично отбензиненных ГК.

Анализ рабочего цикла ДВС по индикаторным диаграммам позволил установить особенности процесса сгорания топлив с различными физико-химическими свойствами в дизелях. Для анализа процесса сгорания и сравнительной оценки использовались инди-

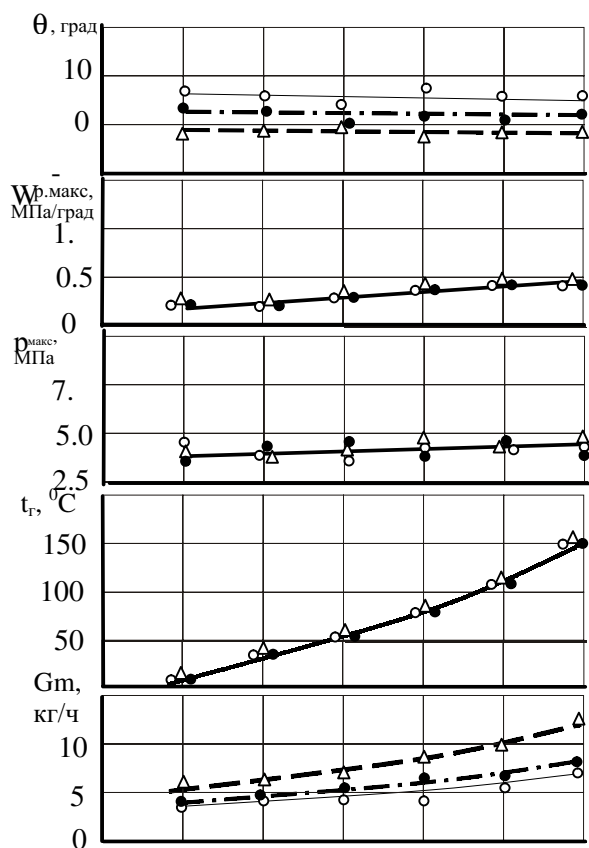


Рисунок 3. Характеристики холостого хода дизеля 6Ч 15/18: ○ – дизельное топливо; △ – ГКОМ; ● – смесь SGK

каторные диаграммы дизеля 1С 14,5/20,5, снятые при работе на газовых конденсатах второго (ГК-2), третьего (ГК-3) и четвертого (ГК-4) типов, на газоконденсатных топливах ГШФС-3 и ГШФС-4, на зимнем дизельном топливе, на смеси дизельного топлива с конденсатом третьего типа, на автомобильных бензинах А-66, А-76, на авиационном керосине ТС-1 и топливе ГКОМ из ГК Оренбургского месторождения. Топлива существенно отличаются по воспламеняемости, испаряемости, вязкости, плотности и другим показателям,

Индикаторные диаграммы снимались при оптимальных углах опережения $\Theta_{\text{под}}$ начала подачи топлива и прочих одинаковых условиях. Наилучшие экономические показатели при работе на бензинах обеспечиваются при $\Theta_{\text{под}}$, равном 28 град ПКВ, на газовых конденсатах и топливах из них – при 26,5 град ПКВ, на керосине ТС-1, дизельном топливе и смесях – при 25,5 град ПКВ.

Снятию регулировочных характеристик предшествовала регулировка форсунки на начальное давление впрыска дизельного топлива 18,0 МПа. Увеличение давления впрыска от 15,0 до 25,0 МПа не влечет заметного изменения экономичности рабочего цикла. Регулировочные характеристики по $\Theta_{\text{н.м}}$ снимались при частоте вращения вала двигателя, равной 1070 мин⁻¹, и часовом расходе топлива 4,76 кг/ч. При этих условиях обеспечивается номинальная мощность двигателя при работе на дизельном топливе. Таким образом, для разных топлив обеспечивались одинаковые условия испытаний.

Моторные топлива обладают разной термической стабильностью, т. е. устойчивостью против распада на отдельные структурные элементы под действием высоких температур и давлений, что определяет продолжительность периода задержки воспламенения φ_c . Чем больше период задержки воспламенения, тем большее количество топлива (даже при одинаковых условиях смесеобразования) участвует в воспламенении, и процесс сгорания происходит с большими скоростями в кинетической области сгорания. При разных скоростях смесеобразования и одинаковых φ_c количество

топлива, участвующего в воспламенении, будет также разным.

Изменение периода задержки воспламенения вызывает изменение угла опережения воспламенения, вследствие чего происходит перераспределение влияния физического и химического факторов на показатели, характеризующие газовые нагрузки. При снижении ЦЧ топлив уменьшаются значения углов опережения воспламенения, и физический фактор изменения объема цилиндра способствует в большей степени снижению значений максимальных давлений рабочего тела в цилиндре двигателя и быстроты нарастания давления. Этим объясняется тот факт, что при исследованиях рабочего цикла дизеля на различных топливах, несмотря на существенное различие в φ_c , значения $p_{\text{макс}}$ могут практически не изменяться, а иногда (даже при увеличении φ_c) и уменьшаться. Вследствие интенсивного увеличения φ_c при работе на режимах малых нагрузок на топливах с пониженной воспламеняемостью большим значениям φ_c часто соответствуют меньшие значения показателей динамики процесса сгорания.

На разных нагрузках проблема обеспечения многотопливности проявляется в разной степени, но вызвана одной и той же при-

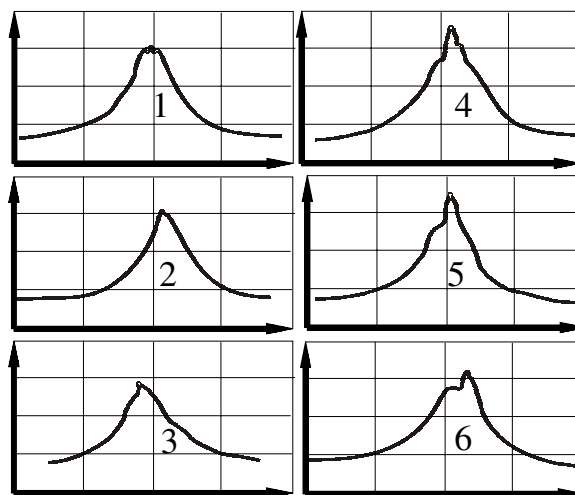


Рисунок 4. Осциллограммы давлений газов в цилиндре дизеля 1С 14,5 / 20,5 на режимах холостого хода (кривые 1, 2, 3 соответствуют частоте вращения коленчатого вала 500 об/мин, кривые 4, 5, 6 соответствуют частоте вращения коленчатого вала 1070 об/мин): 1, 4 – дизельное топливо; 2, 5 – топливо ГШФС – 4; 3, 6 – ГКОМ

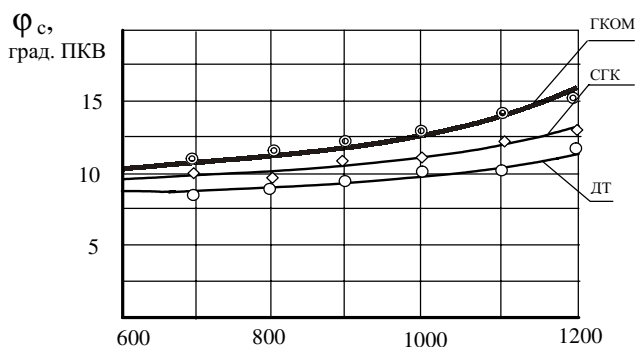


Рисунок 5. Влияние воспламеняемости и скоростного режима на продолжительность периодов задержки воспламенения различных топлив при работе дизеля 1Ч 14,5/20,5 по внешним скоростным характеристикам

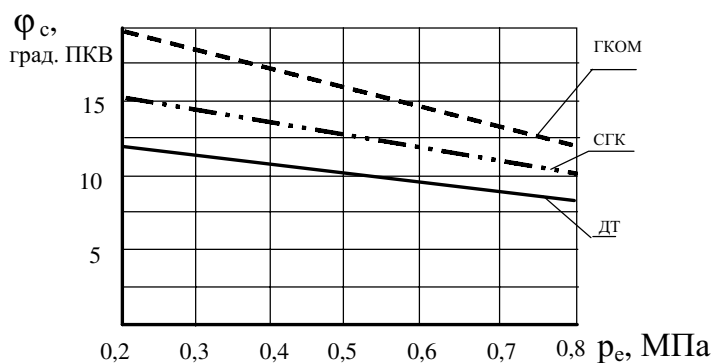


Рисунок 6. Влияние воспламеняемости и нагрузки на продолжительность периодов задержки воспламенения различных топлив при работе дизеля 1Ч 14,5/20,5 по нагрузочным характеристикам (при частоте вращения коленчатого вала 1070 об/мин)

чиной – изменением периода задержки воспламенения. При работе дизеля на низкоцетановых топливах и на сравнительно больших нагрузках рост φ_c вызывает более жесткую работу дизеля (иногда с улучшением экономичности), а на малых нагрузках, вследствие значительного сдвига процесса тепловыделения на линию расширения, показатели динамики процесса сгорания улучшаются, но при этом снижается экономичность. Очень важно, чтобы позднее воспламенение сопровождалось и сокращением продолжительности сгорания. В этом случае оптимальные значения углов опережения воспламенения уменьшаются, что позволяет, несмотря на относительно большие значения φ_c , достичь высоких экономических показателей при удовлетворительных динамических. Однако это справедливо при уменьшении углов

опережения воспламенения до определенного предела. Может наступить момент, когда вследствие протекания процесса сгорания при относительно больших поверхностях теплообмена увеличиваются потери теплоты в стенки, несмотря на сокращение продолжительности сгорания, и экономичность рабочего цикла ухудшится.

Учитывая, что период задержки воспламенения во многом определяет формирование рабочего цикла, были экспериментально получены зависимости по влиянию ЦЧ топлива и режима работы двигателя на величину периода задержки воспламенения.

На рис. 5 показано влияние ЦЧ и скоростного режима работы дизеля на продолжительность периода задержки воспламенения. Значения φ_c определялись при работе дизеля по внешним скоростным характеристикам и при положениях рейки топливного насоса, обеспечивающих часовой расход 4,76 кг/ч при частоте вращения вала n , равной 1070 мин⁻¹, для различных топлив.

На всех скоростных режимах снижение ЦЧ приводит к увеличению периода задержки воспламенения. Зависимость φ_c от ЦЧ имеет линейный характер для всех частот вращения коленчатого вала дизеля. При этом чем выше частота вращения, тем больше влияние ЦЧ на период задержки воспламенения.

Зависимость φ_c от частоты вращения коленчатого вала носит нелинейный характер. С увеличением частоты вращения скорость роста φ_c также повышается, и тем в большей степени, чем меньше ЦЧ. Таким образом, как снижение ЦЧ, так и увеличение частоты вращения коленчатого вала приводят к увеличению периода задержки воспламенения. Наличие линейной связи между ЦЧ и φ_c для различных n позволяет прогнозировать величины φ_c по ЦЧ или, наоборот, по величине φ_c оценивать ЦЧ на реальном объекте. Влияние ЦЧ на период задержки воспламенения с учетом нагрузочного режима работы дизеля при номинальной частоте вращения коленчатого вала показано на

рис. 6. Снижение ЦЧ на всех нагрузочных режимах влечет увеличение периода задержки воспламенения, и тем в большей степени, чем меньше нагрузка. При увеличении нагрузки влияние ЦЧ на φ_c ослабевает.

Таким образом, чем ниже ЦЧ и среднее эффективное давление и чем выше частота

вращения коленчатого вала, тем труднее обеспечить своевременное воспламенение топлива в дизеле.

Мощностные, экономические и динамические показатели рабочего цикла дизеля зависят в значительной степени от процесса сгорания, на который в свою очередь влияет вид

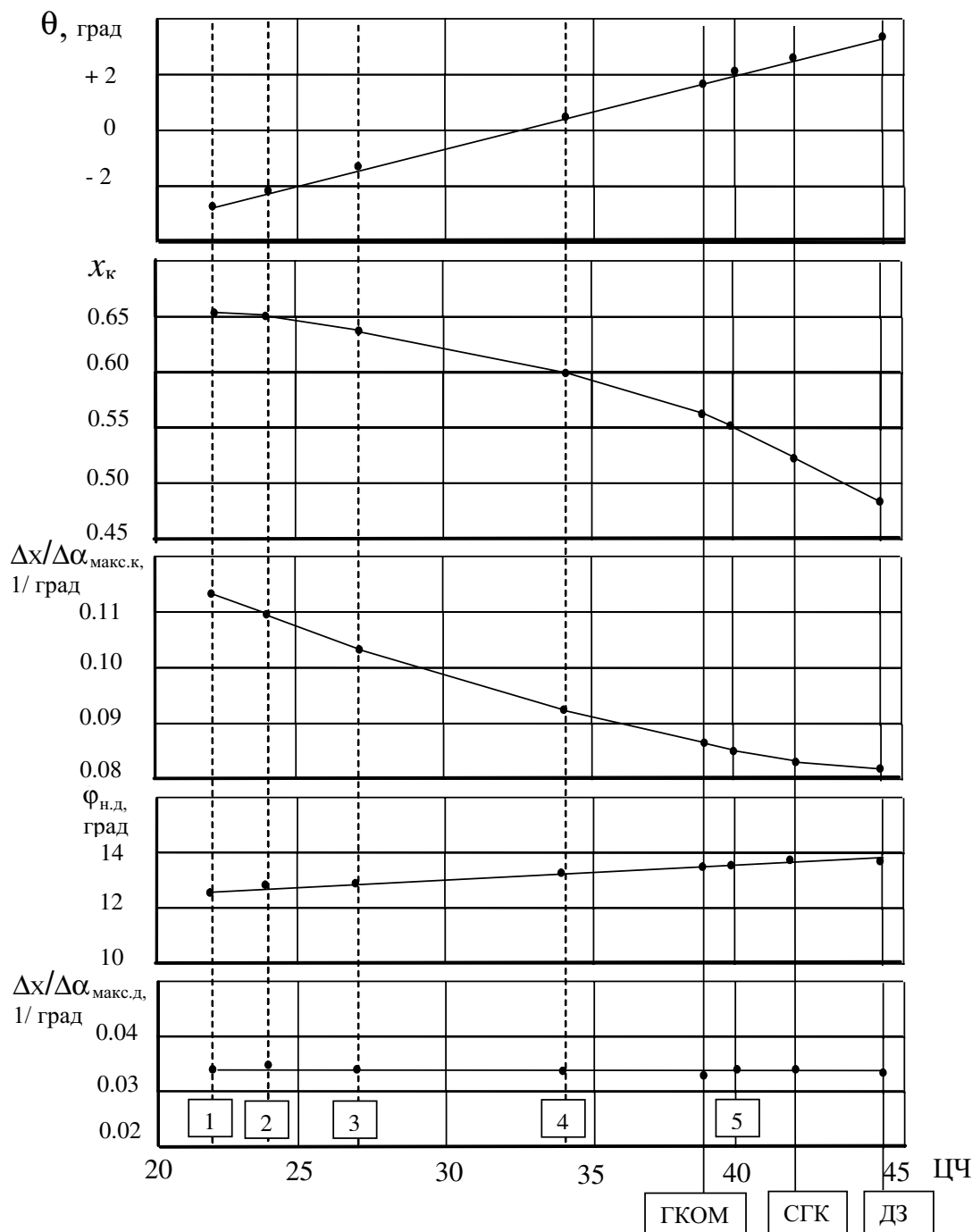


Рисунок 7. Показатели процесса сгорания различных топлив на дизеле 1С 14,5/20,5 при расходе Gm, равном 4,76 кг/час, частоте вращения коленчатого вала 1070 об/мин и оптимальных значениях θ (1...5 – данные по экспериментальным топливам из известных работ)

используемого топлива. На рис. 7, 8 представлены показатели процесса сгорания при работе дизеля с объемно-пленочным способом смесеобразования на различных топливах. Показатели получены анализом индикаторных диаграмм, снятых при оптимальных углах опережения начала подачи топлива, одинаковом часовом расходе и скоростном режиме. Показатели процесса сгорания различных топлив объединены в графические зависимости от ЦЧ. Относительно небольшое откло-

нение экспериментальных значений параметров от аппроксимирующих зависимостей указывает на преобладающее влияние воспламеняемости топлив на процесс сгорания по сравнению с другими свойствами.

При снижении ЦЧ увеличивается доля топлива, сгорающая в кинетической области x_k (рис. 7). Эта область начинается с момента воспламенения топлива и заканчивается моментом начала формирования второго максимума удельной скорости сгорания. В кинети-

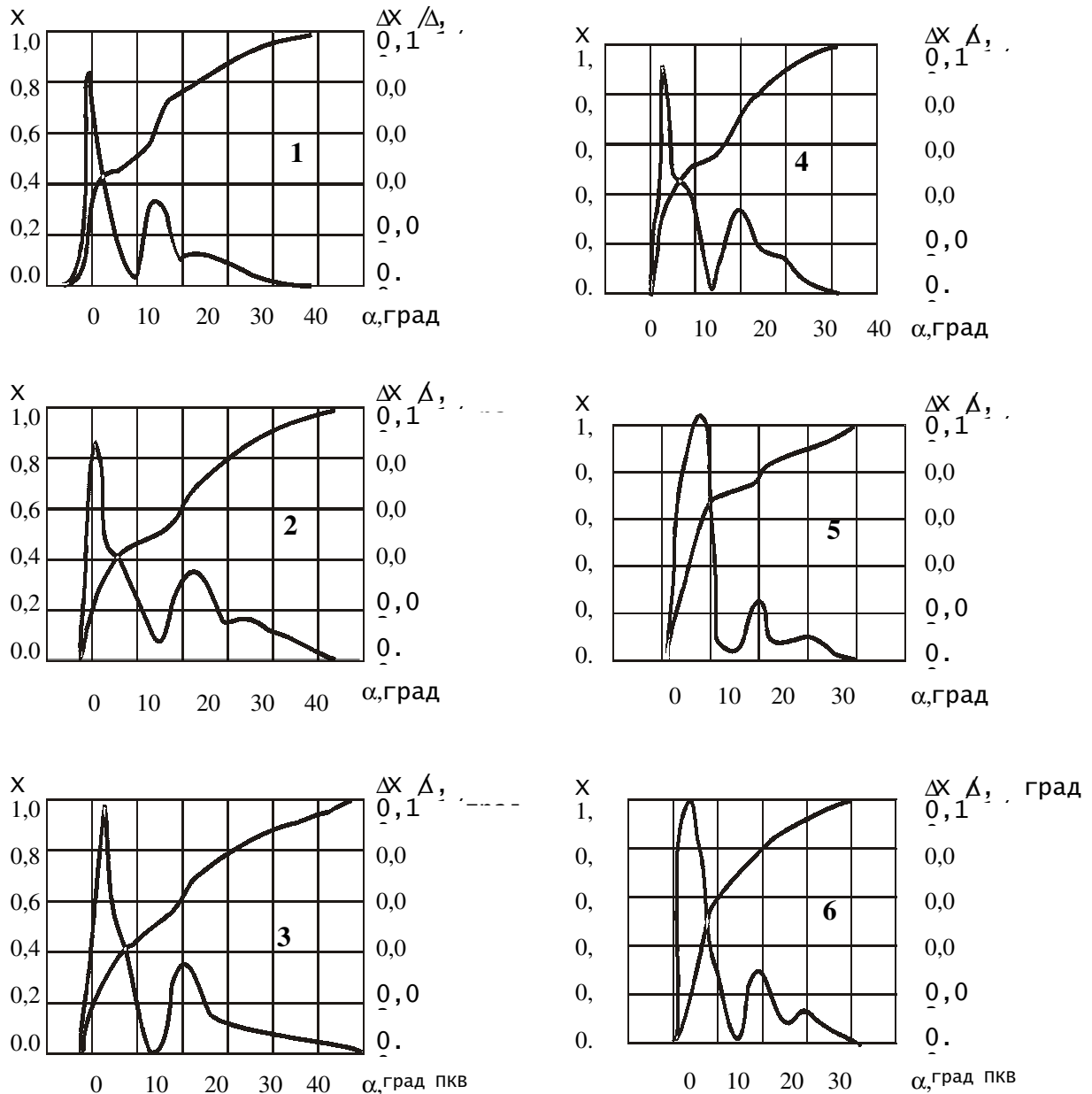


Рисунок 8. Характеристики процесса сгорания различных топлив в дизеле 1Ч 14,5/20,5 (при частоте вращения коленчатого вала 1070 об/мин и расходе топлива 4, 76 кг/ч): 1 – дизельное топливо; 2 – ГШФС-4; 3 – авиационный керосин ТС-1; 4 – ГШФС-3; 5 – бензин А-72; 6 – ГКОМ

ческой области сгорает 47,5 % цикловой подачи дизельного топлива и 60% ГКОМ, т.е. в этой области сгорает газоконденсатного топлива на 26% больше. При этом максимальные значения удельной скорости сгорания $\Delta x / \Delta \alpha_{\text{макс.к}}$ в кинетической области увеличиваются лишь на 11%. Следует признать, что снижение ЦЧ с 45 до 34 не приводит к значительному увеличению максимальной удельной скорости сгорания. Необходимо учесть, что при ЦЧ ниже 45 значения оптимальных углов опережения воспламенения θ уменьшаются. В связи с этим, снижение ЦЧ до 34 не приводит к существенному ухудшению показателей динамики процесса сгорания $p_{\text{макс}}$ и $W_{\text{р.макс}}$. Дальнейшее снижение ЦЧ вызывает значительное увеличение $\Delta x / \Delta \alpha_{\text{макс.к}}$, а это, в свою очередь, влечет существенное повышение газовых нагрузок.

Величина максимальной удельной скорости сгорания в диффузионной области $\Delta x / \Delta \alpha_{\text{макс.д}}$ не зависит от вида топлива и для исследованных топлив практически одинакова и равна 0,325 1/град. Вид топлива не оказывает большого влияния на момент начала диффузионной области сгорания $\varphi_{\text{н.д}}$, отсчитываемый от начала сгорания. Например, в интервале цетановых чисел от 22 до 45 значение $\varphi_{\text{н.д}}$ увеличивается лишь с 13 до 14 град ПКВ.

Вид топлива во многом определяет кинетические константы процесса сгорания в кинетической области. Так, при снижении ЦЧ с 45 до 35 показатель характера сгорания m_k в кинетической области увеличивается от 0,1 до 0,3, при этом условная продолжительность $\varphi_{z.k}$ процесса сгорания кинетической области снижается с 90 до 20 град ПКВ.

В диффузионной области показатель m_d характера процесса сгорания практически не изменяется и равен примерно 0,35. Но с увеличением ЦЧ в этой области происходит некоторое увеличение условной продолжительности процесса сгорания $\varphi_{z.d}$ вследствие уменьшения количества топлива, выгоревшего в кинетической области.

При снижении ЦЧ с 45 до 33 коэффициент эффективности сгорания ξ практически не изменяется, даже появляется тенденция к его росту. Дальнейшее уменьшение ЦЧ вызывает интенсивное снижение ξ . Это может

объясняться тем, что при перемещении процесса воспламенения за ВМТ процесс сгорания происходит при увеличивающейся поверхности цилиндра, что приводит к росту потерь тепла в стенке.

Характеристики выгорания различных топлив получены из анализа индикаторных диаграмм (рис. 8). При снижении ЦЧ наблюдается сокращение продолжительности сгорания топлив. Дизельное топливо выгорает в течение 54 град ПКВ. Практически такая же продолжительность сгорания авиационного керосина ТС-1 (около 52 град ПКВ). Топливо ГШФС-4 выгорает в течение 44 град ПКВ, газовый конденсат третьего вида ГК-3, газоконденсатное топливо ГШФС-3, ГКОМ и бензин А-72 – в течение 33-40 град ПКВ. Продолжительность горения всех анализируемых топлив в кинетической области практически одинакова и с точностью до 1 град ПКВ составляет 13 град ПКВ.

Области кинетического и диффузионного сгорания характерны для всех топлив. В первой области сгорает в основном топливо, поступающее в цилиндр за период задержки воспламенения, и часть топлива, поступающая после воспламенения. Основным фактором, определяющим количество топлива, сгоревшего в кинетической области, является период задержки воспламенения. В этой области вследствие температурной и концентрационной неоднородности смеси часть топлива, поступающего в цилиндр после воспламенения, превращается в продукты распада и неполного окисления, и процесс горения сопровождается образованием трудно сгораемого свободного углерода. Возникает эффект самоторможения сгорания, который положительно влияет на формирование показателей динамики процесса сгорания и предотвращает детонационное сгорание.

Вторая область характеризуется относительно невысокими скоростями горения продуктов реакции неполного окисления и свободного углерода. Основным средством интенсификации горения в диффузионной области является образование вихрей, способствующих хорошему перемешиванию заряда в цилиндре двигателя, что обеспечивается в полуразделенных камерах сгорания в

поршне с зауженными горловинами. К ним относится и камера сгорания ЦНИДИ. При движении поршня от ВМТ к НМТ продукты сгорания, остатки несгоревшего топлива и воздух вытекают из камеры сгорания с большой скоростью в увеличивающееся надпоршневое пространство. В результате происходит интенсивное перемешивание заряда, что ускоряет подвод кислорода к топливу, и продолжительность горения сокращается.

При положениях поршня 10...20 град ПКВ после ВМТ наблюдается интенсификация горения всех видов топлив. Второй максимум удельной скорости сгорания дизельного топлива, керосина ТС-I и газоконденсатного топлива ГШФС-4 имеет место при 15, топлива ГШФС-3 и ГКОМ – при 18, топлива ГК-3 и бензина А-72 – при 20 град ПКВ после ВМТ. В приведенном диапазоне углов ПКВ в камере сгорания ЦНИДИ наблюдаются максимальные значения радиальных и осевых скоростей заряда. Максимальная скорость рабочего тела у кромки камеры сгорания наблюдается при 20 град ПКВ после ВМТ. Увеличение скорости истечения рабочего тела в начале хода расширения приводит к интенсификации смесеобразования, вследствие чего активизируется процесс горения топлива и обеспечиваются высокие мощностные и экономические показатели. При поздних углах воспламенения диффузионная область может оказаться вне зоны активной турбулизации, что может повлечь затяжное сгорание с вытекающими отсюда последствиями.

Таким образом, горение газоконденсатных топлив по своему характеру близко к горению дизельного топлива и может быть использовано в дизеле.

Экологический аспект. Автомобиль стал одним из главных источников загрязнения природной среды – доля автотранспорта в России по всем видам загрязнения составляет 30%, а в крупных городах вклад автотранспорта еще значительно – от 50 до 90% [2]. В г. Оренбурге вклад автотранспорта в загрязнение воздуха и в формирование канцерогенного риска для населения, проживающего в районах автомагистралей с высокой напряженностью транспортного потока, значителен – в последние годы отмечается увеличение удельного веса

выбросов от автотранспорта до 75% от суммарных выбросов (с промпредприятиями).

Актуальна и экономия моторного топлива за счет оснащения автомобилей дизельными двигателями, расходующими на 30% меньше топлива по сравнению с карбюраторными бензиновыми двигателями. Кроме того, при производстве дизельного топлива требуется в 2,5 раза меньше энергии, чем для производства бензина (двойная экономия энергоресурсов).

В нашей стране автомобили с дизельными двигателями составляют примерно 15% от численности всего парка автомобилей (для сравнения: во Франции дизельные двигатели имеют 30% автомобилей с грузоподъемностью 4–12 т и 98% с грузоподъемностью свыше 12 т). В отличие от бензиновых двигателей, обычно работающих на обогащенной смеси, в которой бензин не может сгореть полностью из-за недостатка кислорода, дизельные двигатели работают на обедненной смеси, что обеспечивает более полное сгорание топлива, приводит к повышению их КПД и уменьшению токсичности выхлопных газов.

Газовые конденсаты и получаемые из них облегченные топлива для дизельного и карбюраторного двигателей значительно отличаются от стандартных топлив по физико-химическому составу, содержанию серы, органических кислот и кислородсодержащих соединений. В облегченных топливах содержатся углеводороды с более прочными молекулярными связями. Обладая повышенной испаряемостью, вследствие чего уменьшается склонность к крекированию, топлива в разных участках камеры сгорания образуют более однородную смесь по коэффициенту избытка воздуха.

При работе на ГК дымность выхлопных газов снижается, например, дымность выхлопных газов дизеля 1Ч 14,0/20,5 при переходе с дизельного топлива на конденсаты третьего и четвертого видов и на топлива ГШФС-3 и ГШФС-4 снижается с 45 до 30-35% [3]. Снижение дымности происходит на всех скоростных режимах при работе по внешней скоростной характеристике. При увеличении нагрузки эффект снижения дымности усиливается, что важно при форсировании дизеля по среднему эффективному давлению.

Таблица 1. Токсичность выхлопных газов дизелей на номинальной мощности

Токсичные компоненты, %	Марки дизелей	Вид топлива				
		ГК-3	ГК-4	ГШФС-3	ГШФС-4	ДЛ
NO _x	Д-108	0,035	0,030	0,027	0,025	0,030
	Д-6	0,013	0,010	0,010	0,008	0,010
СО	Д-108	0,080	0,070	0,090	0,080	0,100
	Д-6	0,120	0,090	0,120	0,110	0,170

Таблица 2. Время затравки животных при работе двигателей на различных топливах

Марка двигателя	ОД-738		ЗМЗ-24-01	
	ДЗ	ГШФС-4	А-76	АГ-76
Время затравки, мин.	35	50	30	45

Исследования концентрации токсичных компонентов показали, что в выхлопных газах от топлив из ГК содержится практически одинаковое количество окислов азота NO_x, как и в выхлопных газах от дизельного топлива, но имеется тенденция к снижению концентрации окиси углерода (табл. 1).

Для оценки общей токсичности выхлопных газов авторами [4] проведены совместные медико-биологические исследования при работе на номинальном режиме дизеля ОД-738, дизеля на дизельном зимнем топливе ДЗ, ГШФС-4 и при работе карбюраторного двигателя ЗМЗ-

24-01 на режиме максимального крутящего момента на бензинах А-76 и АГ-76.

Время затравки (табл. 2) или, другими словами, выживаемость животных при замене традиционного дизельного топлива газоконденсатным увеличилось на 42%, а при замене автомобильного этилированного бензина А-76 на АГ-76 – на 50%. Результаты свидетельствуют о меньшей токсичности выхлопных газов ДВС при работе на газоконденсатных топливах. Это подтверждается и экспериментальными данными, полученными при работе дизелей на ГК других регионов.

Список использованной литературы:

1. Бондаренко, В.А. Об использовании газоконденсатного топлива в дизельных двигателях / В.А. Бондаренко, С.А. Фот // Вестник ОГУ, 2001. - №4. - С. 72-75.
2. Боровский, Е.Э. Экологические проблемы автомобильного топлива / Е.Э. Боровский // Химия. – 1998. - №46. – С. 14-23.
3. Ставров, А.П. Дымность и токсичность дизелей при работе на газовых конденсатах месторождений Севера СССР: сб. тр. БПИ / А.П. Ставров, А.Н. Лаврик, С.Г. Бурмистров // Пути повышения топливной экономичности и снижения токсичности автотракторных двигателей. – Баку: БПИ, 1979. – С. 134-135.
4. Тарасова, И.С. Исследование токсичности отработанных газов двигателя на газоконденсатном и товарном бензине: сб. тр. ЧГМИ / И.С. Тарасова, А.Л. Бурмистрова, В.Б. Катаев, А.Н.Лаврик, С.Г. Бурмистров // Научные и практические основы снижения заболеваемости рабочих и инженерно-технических работников промышленных предприятий. – Челябинск: ЧГМИ, 1982. - Т. IV. – С. 94-95.

Статья рекомендована к публикации 16.01.07