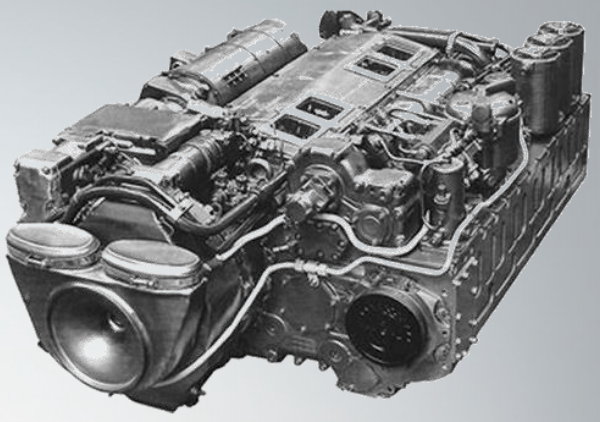
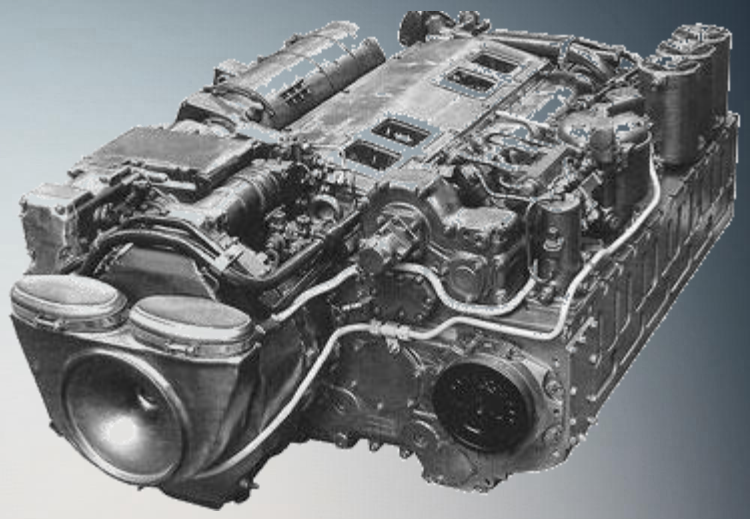
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА В ВЫСОКОФОРСИРОВАННОМ ДВУХТАКТНОМ ДИЗЕЛЕ

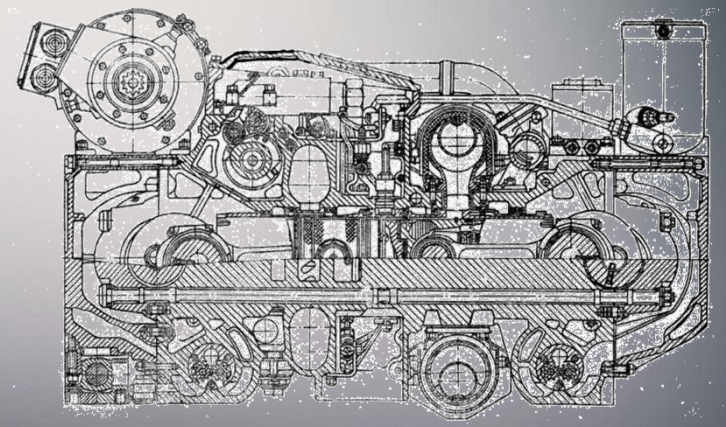


Выполнил:
Лал А.Г.
Руководитель:
проф. Парсаданов И.В.

Показатели технического уровня двигателей

Показатели	6ТД-1	6ТД-2
1. Максимальная мощность, кВт:		
в стендовых условиях	735	882
в объектовых условиях	625	735
2. Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, мин$^{-1}$	2800	2600
3. Частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте, мин$^{-1}$	2050	2050
4. Коэффициент приспособляемости	1,12	1,2
5. Коэффициент рабочих частот вращения	1,36	1,36
6. Рабочий объем, л	16,3	16,3
7. Степень сжатия	15	14
8. Среднее эффективное давление, МПа	0,967	1,25
9. Давление наддува, МПа	0,28	0,32
10. Удельный эффективный расход топлива, г /(кВт ·ч)	215	217
11. литровая мощность, кВт /л	45,1	54,1
12. Габаритная мощность, кВт /м3	827	992
13. Сухая масса, кг	1180	1180
14. Удельная масса, кг /кВт	1,6	1,34





Особенности организации смесеобразования и сгорания

- высокотемпературная КС (условия значительных температурных и динамических нагрузок поршневой группы, поверхность накладки поршня со стороны КС достигает температуры 900 ° С)

- впрыск топлива осуществляется от периферии к центру;
- в момент впрыска топлива в КС имеют место значительные вихревое и радиальное движение воздуха из-за специального профилирования окон и сближения обоих поршней, что вызывает деформацию и снос топливного факела;
- в КС имеет место сепарация продуктов сгорания, что обусловлено наличием мощного воздушного вихря, причем несгоревшая смесь (большой массы) сносится на периферию:

- малый период задержки воспламенения, (5° ПКВ 0,3 · 10-3 с против 1...3 · 10^{-3} с на других быстроходных дизелях)

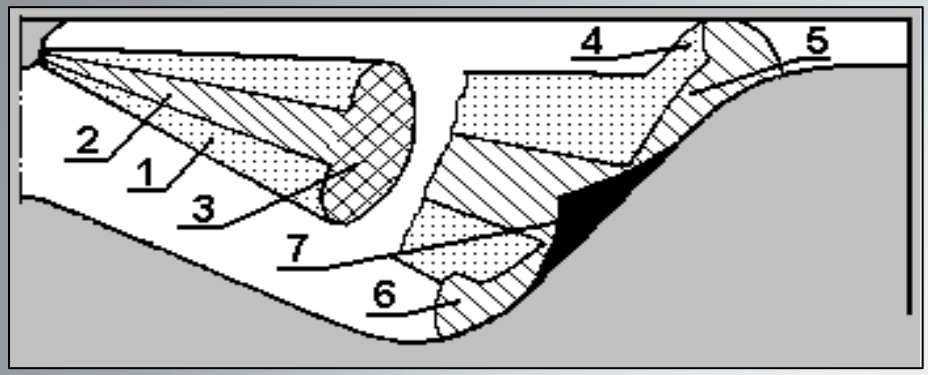
- значительной скоростью выделения теплоты в цилиндре дизеля - до 0,04 1 / град. П.К.В

ДИЗЕЛЬ-РК

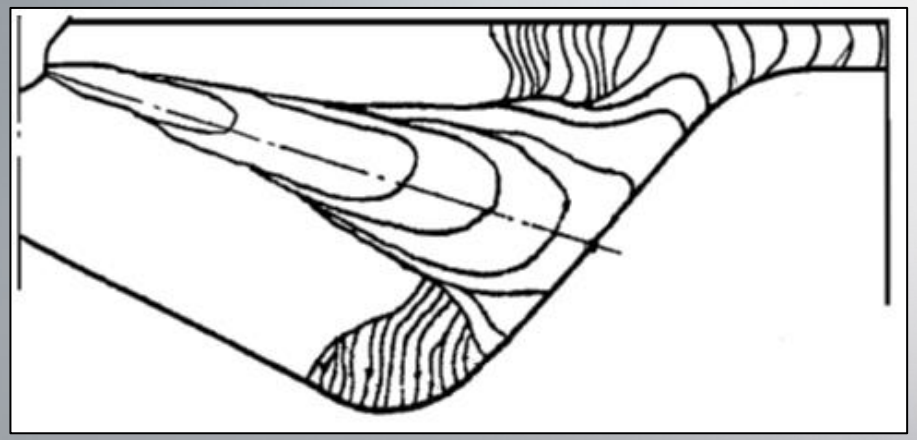
ДИЗЕЛЬ-РК принадлежит к классу термодинамических программ, т.е. цилиндры двигателя рассматриваются в ней как открытые термодинамические системы. Весь цилиндр это одна ячейка, для которой решается система уравнений баланса массы и энергии совместно с уравнением состояния:

$$\begin{cases} dU = -pdV + dQx - dQw + \sum_{j=1}^{n} dI_j^*; \\ dG = \sum_{j=1}^{n} dG_j; \\ pV = GRT \end{cases},$$

Расчётная схема дизельной струи



Расчетная схема дизельной струи



Кинограмма развития струи

Начальный участок пульсирующего порционного развития:

1.Оболочка струи

2.Ядро струи

3.Передний фронт

Основной участок кумулятивного развития:

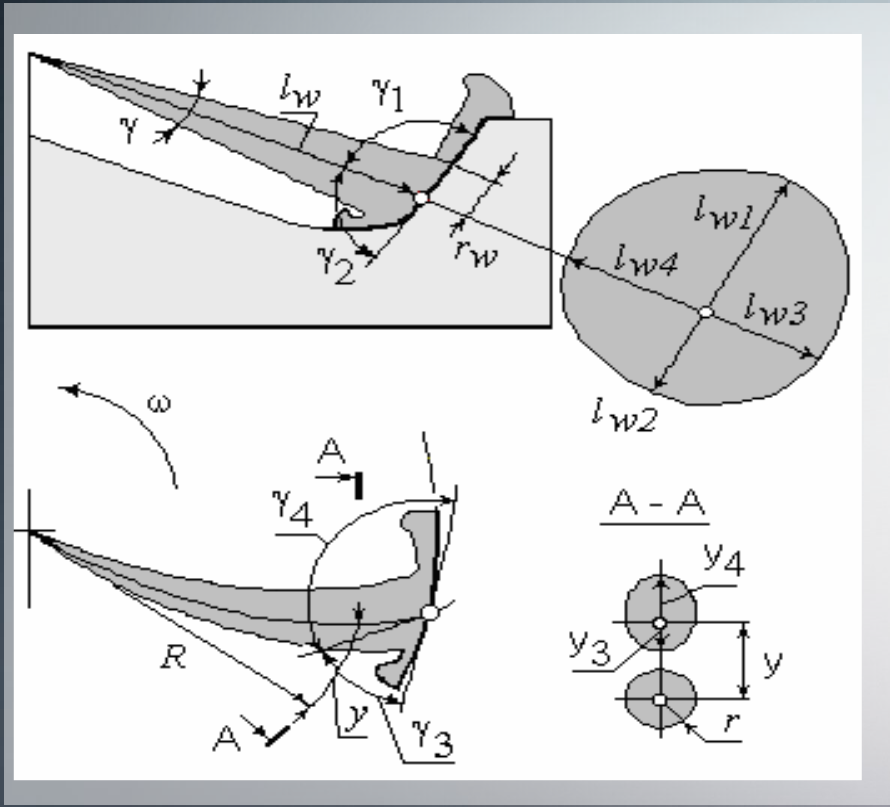
4.Разреженная оболочка над пристеночным слоем

5.Слой топлива, растекающийся за пределы начального пятна

6.Передний фронт

7.Осевое ядро на стенке

Схема струи и пристеночных потоков в условиях тангенциального вихря



$$W_t = \chi R_s f(\bar{R}) R n \pi / 30$$

где: R_S – вихревое число,

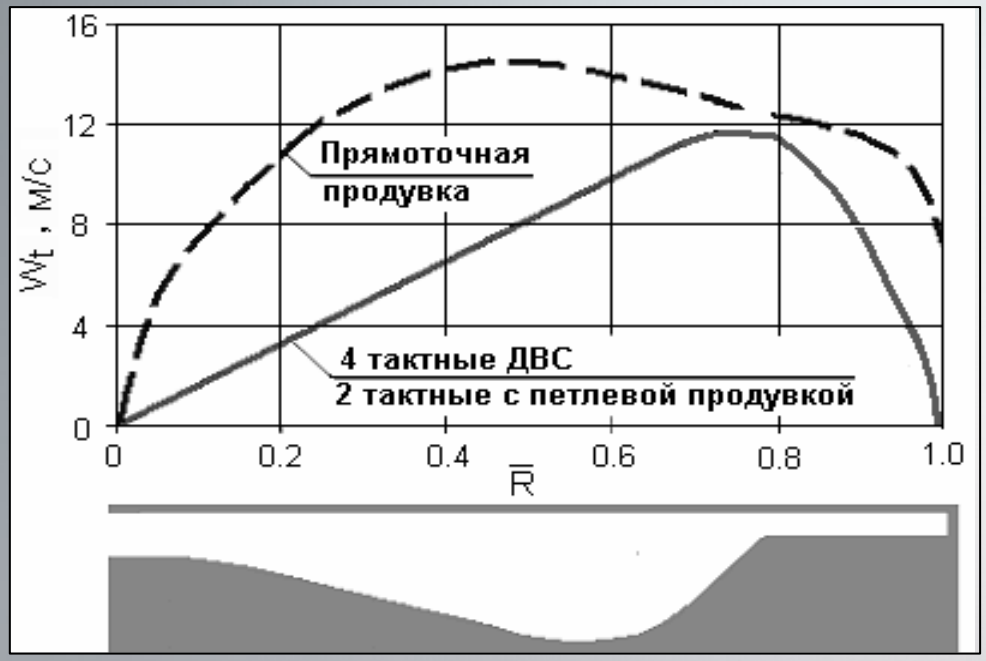
n – частота вращения коленчатого вала,

R – текущий радиус,

χ - коэффициент затухания вихря, зависящий от текущего угла поворота,

f(R) – профиль вихря, зависящий от способа продувки цилиндра

Характерные значения тангенциальной скорости вихря



$$dU_t/d\tau = A_{wt}\ W_t^{1.5};$$

$$A_{wt} = 0.75 C \rho \nu^{0.5} d_{32}^{-1.5};$$

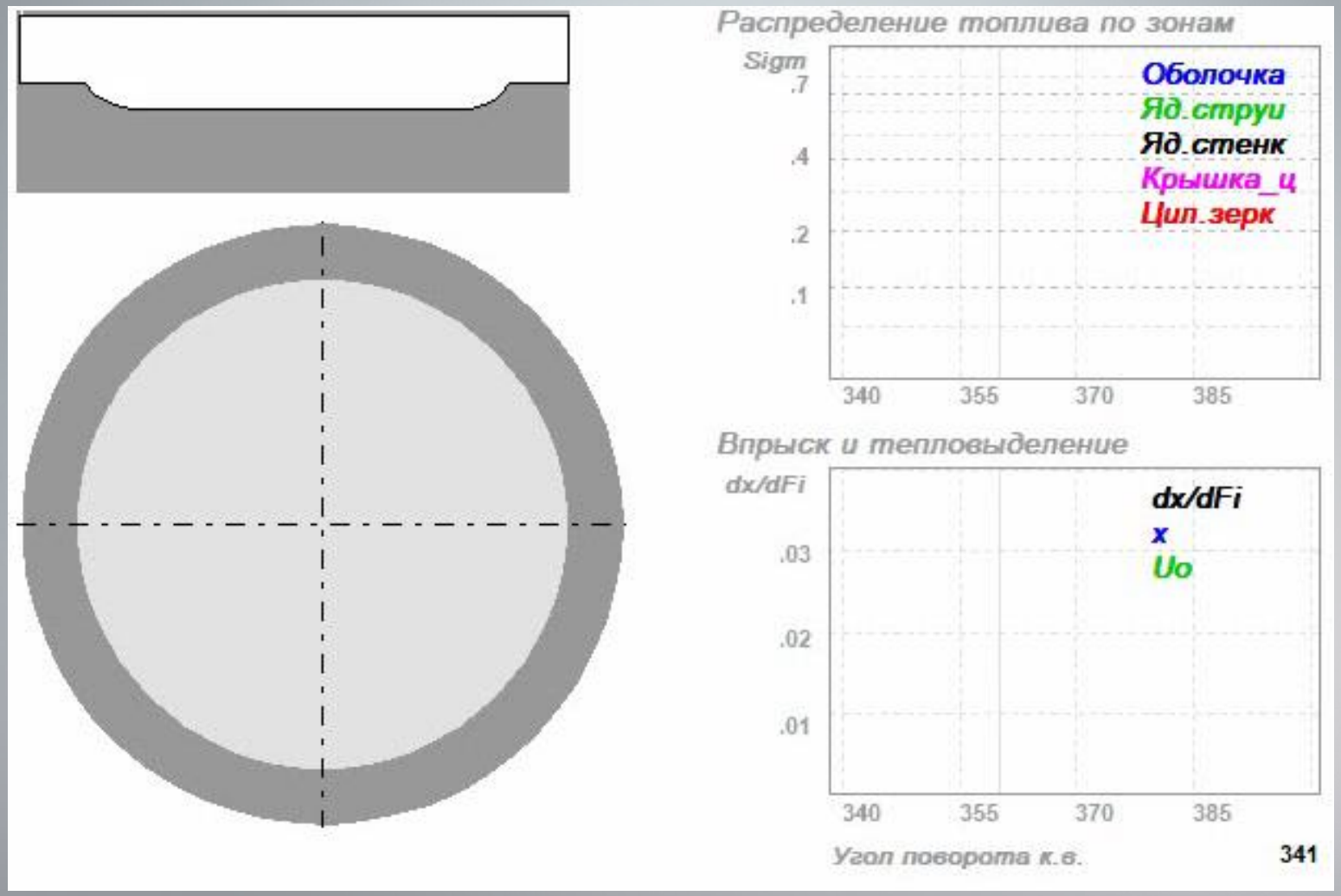
- $C \approx 2$ – эмпирический коэффициент,
- n - вязкость воздуха,
- *d32* – средний диаметр капель по Заутеру.

$$d_{32} = 1.7\ d_c\ M^{0.0733} (\rho\, We)^{-0.266}.$$

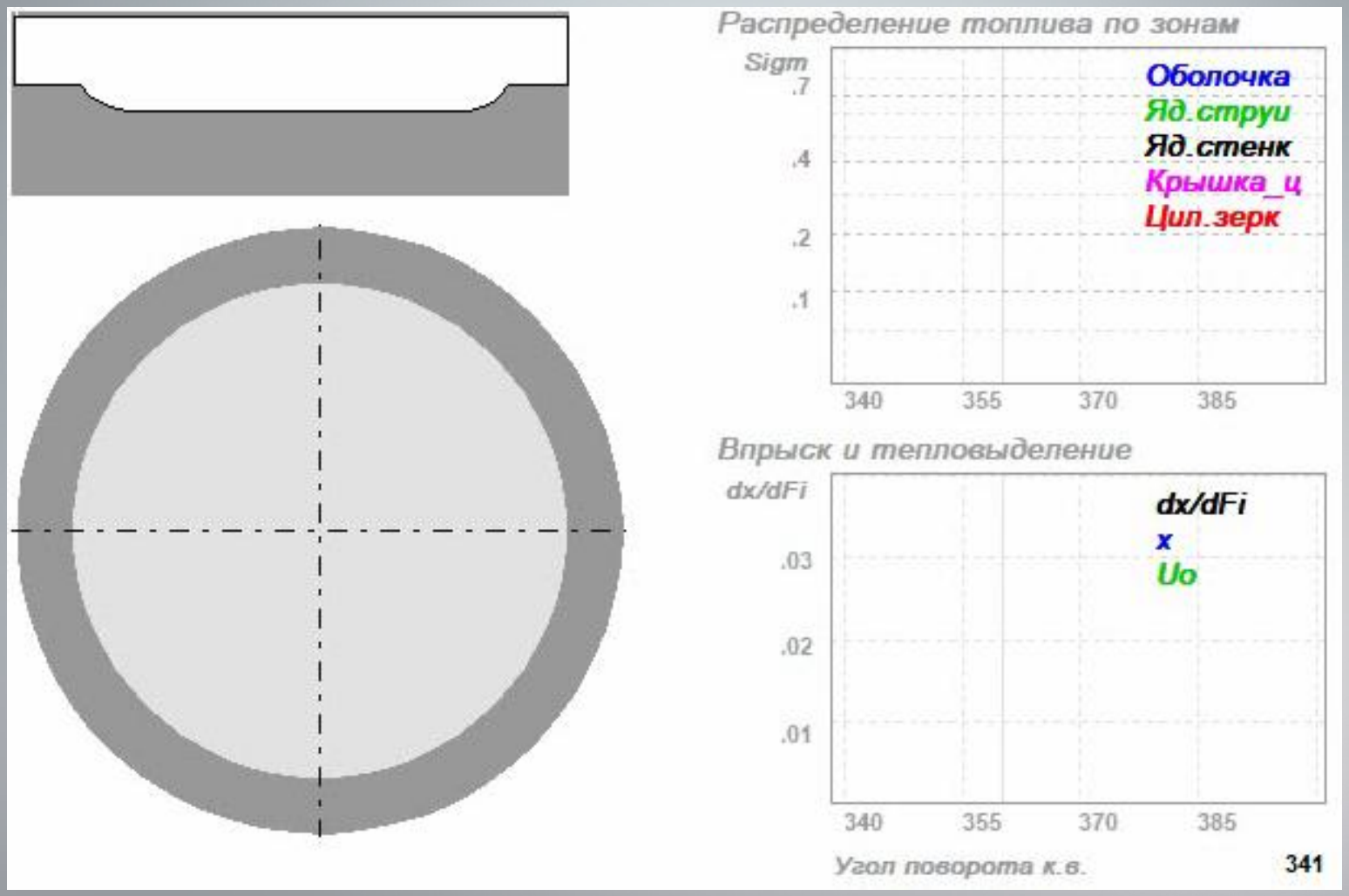
Результаты расчёта рабочего процесса

Параметры	Экспериментальные данные	Расчётные данные
η_i	0,42	0,44
P_z, МПа	13,5	13,8
N_e, кВт	882	880
Pe, МПа	1,25	1,25
g_e, кг/кВт·ч	0,217	0,223
α при сгорании	1,2 – 1,5	1,49
α суммарный	2,17	2,07

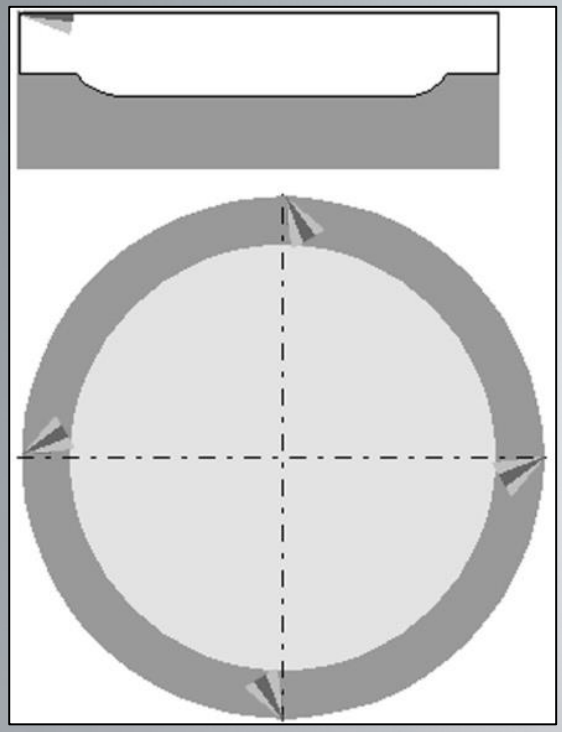
Визуализация для одной форсунки



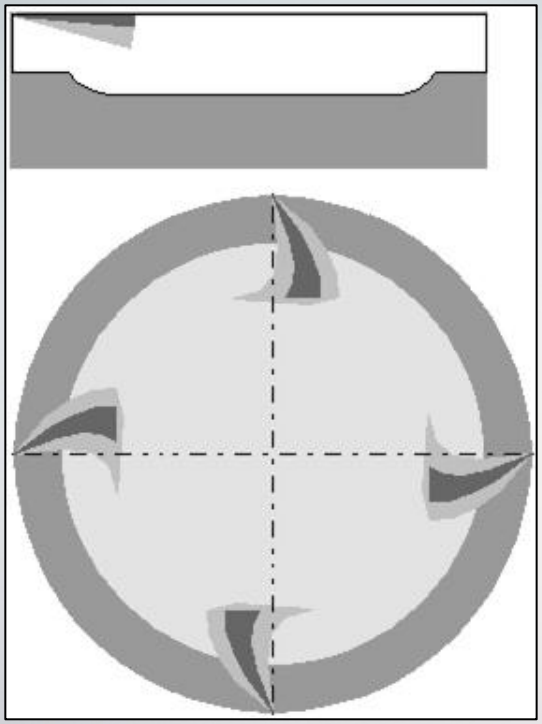
Визуализация для четырёх форсунок



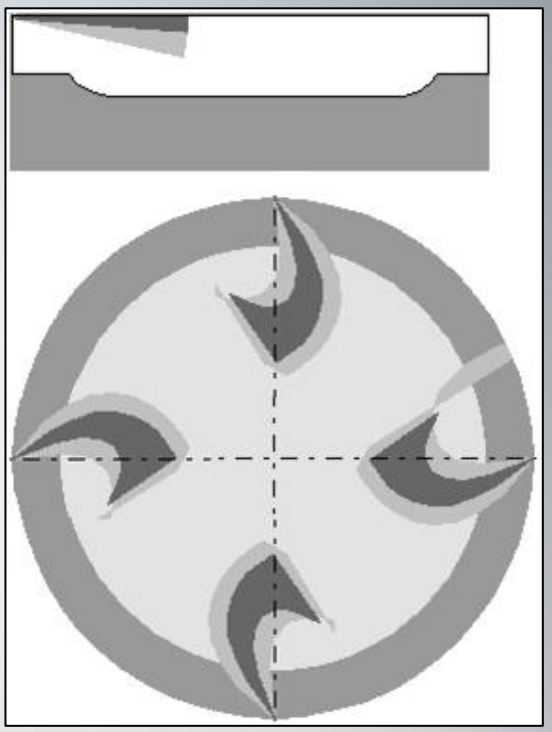
Визуализация для четырёх форсунок



342°

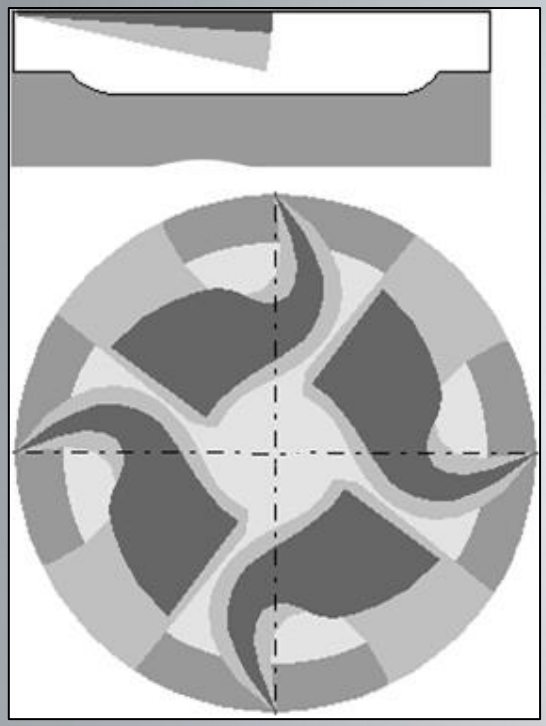


345°

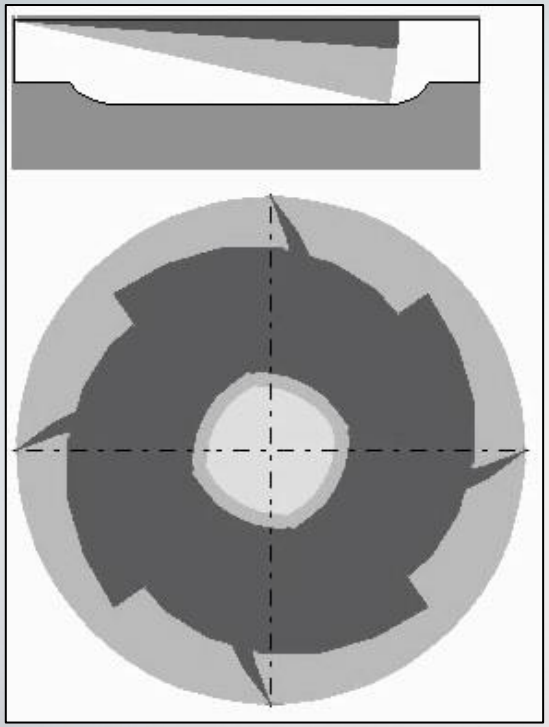


350°

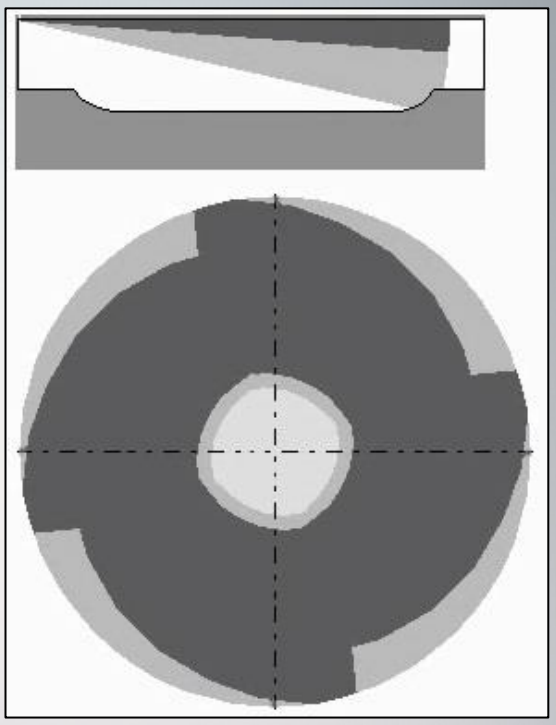
Визуализация для четырёх форсунок



355°

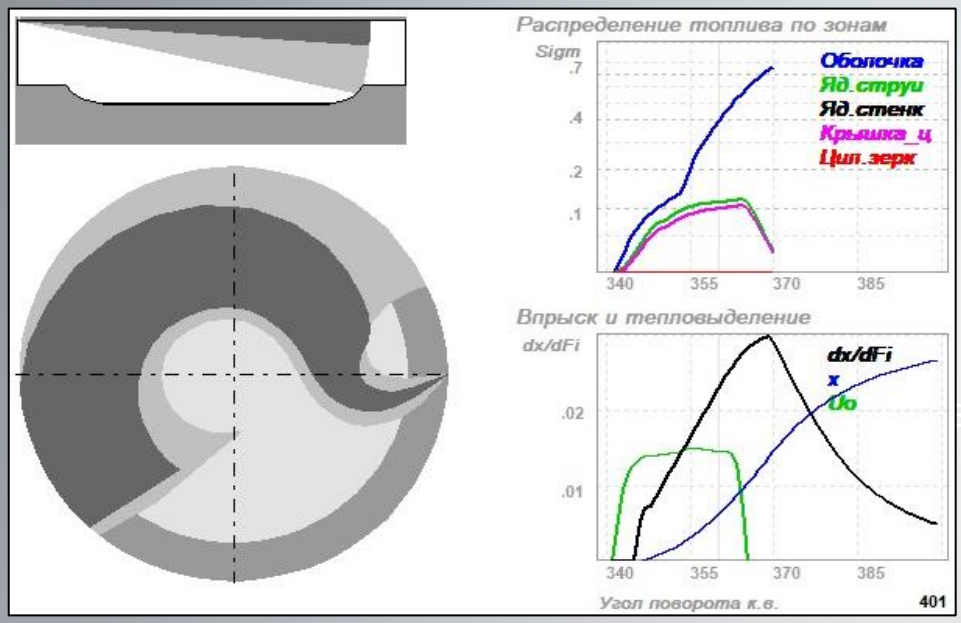


360°

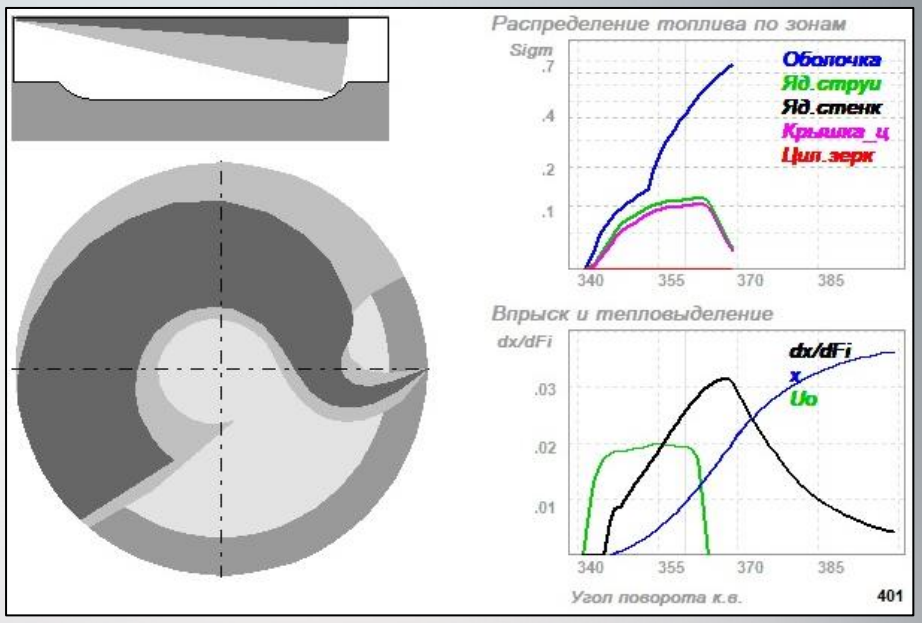


365°

Влияние цикловой подачи

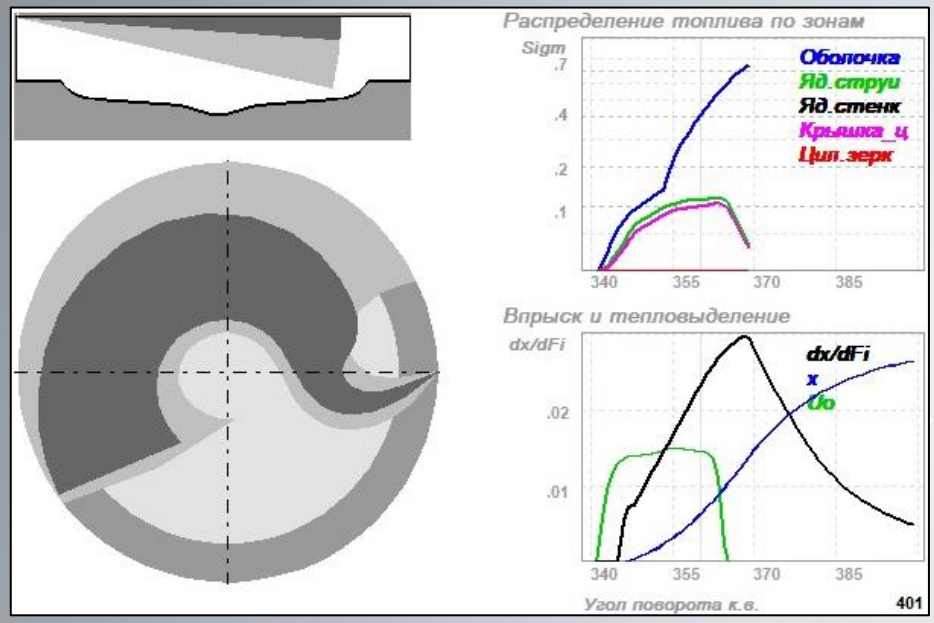


Уменьшение на 10%
(0,184 г)

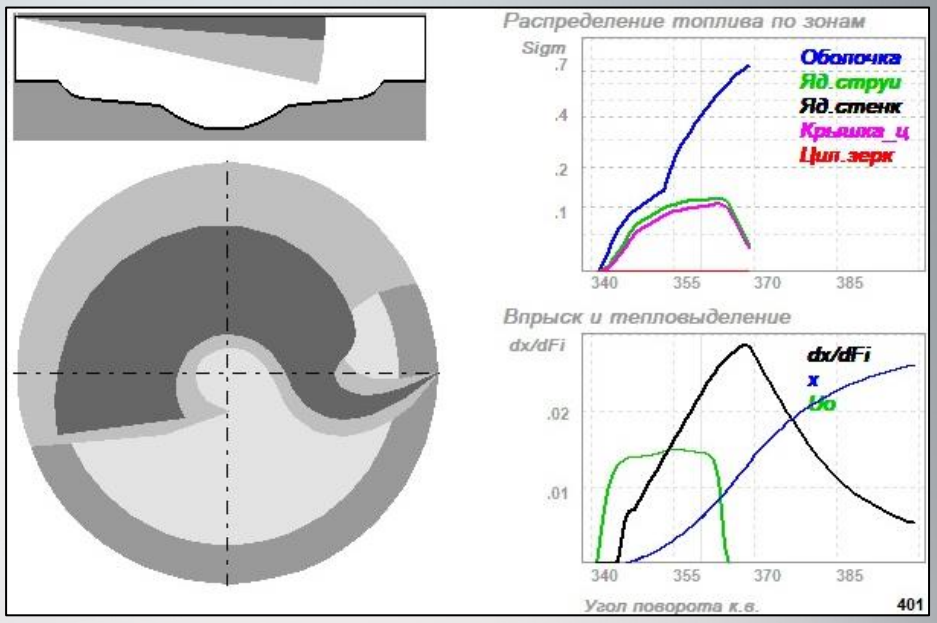


Увеличение на 10%
(0,225 г)

Влияние вихревого числа

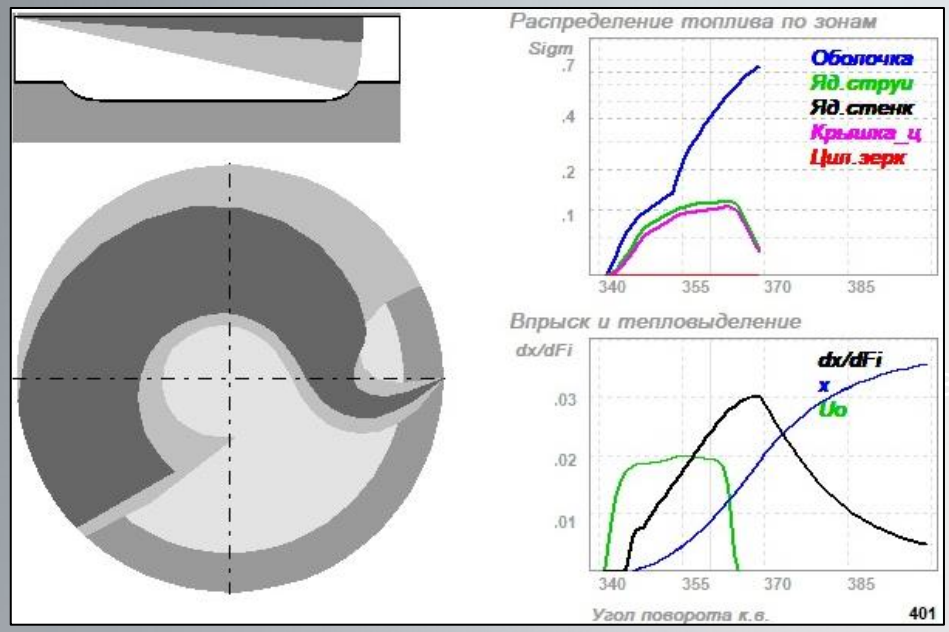


Вихревое число 7

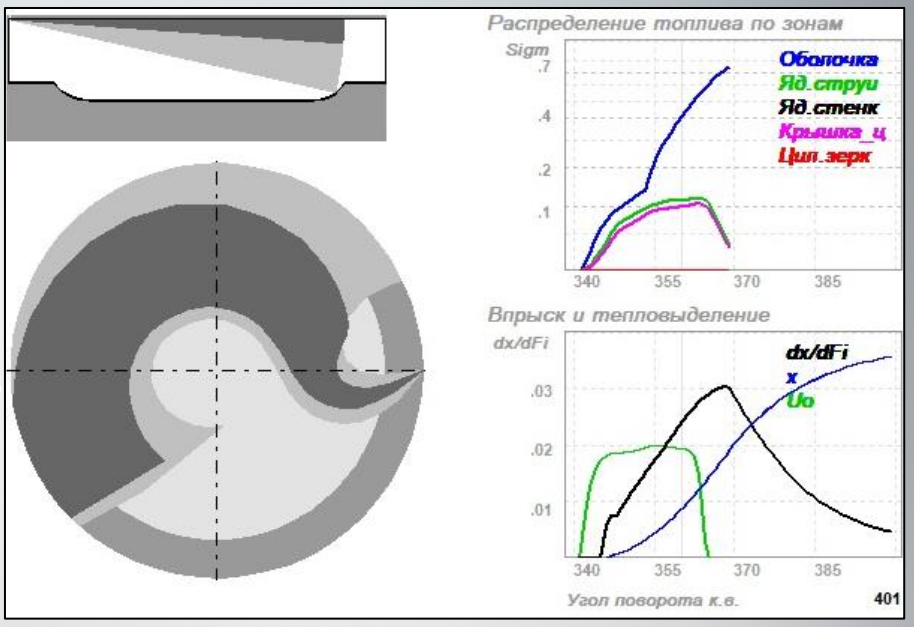


Вихревое число 6

Влияние частоты вращения КВ

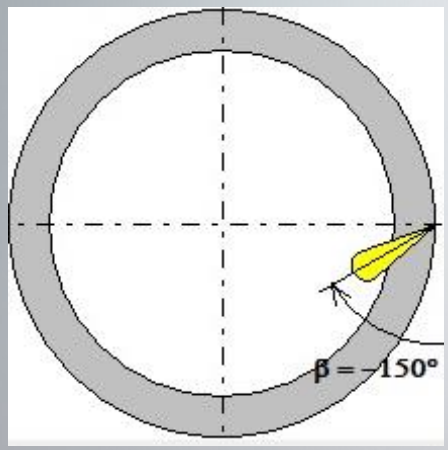


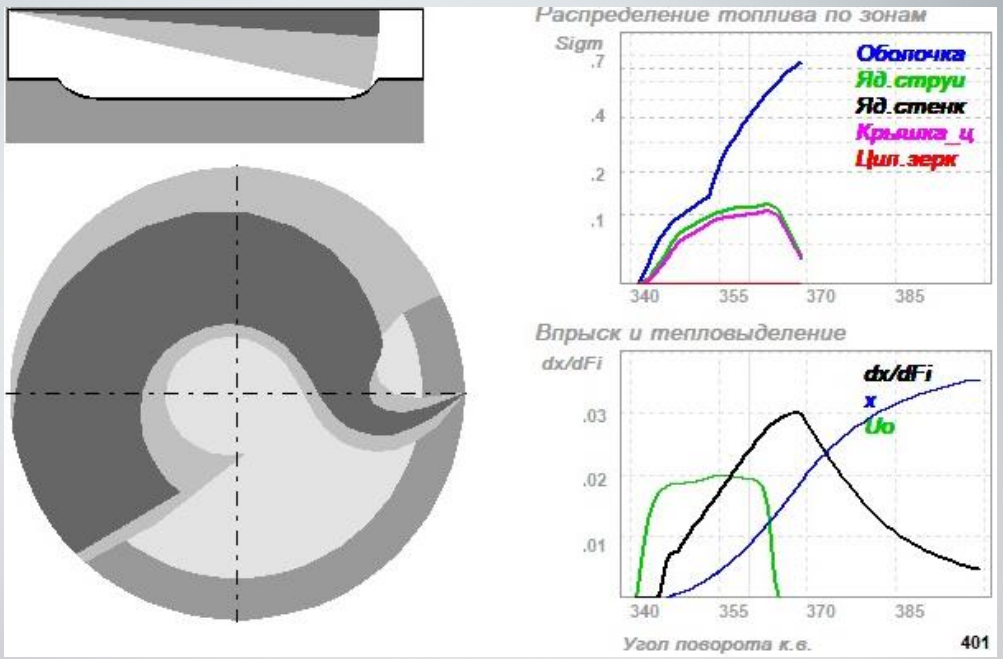
2400 об/мин



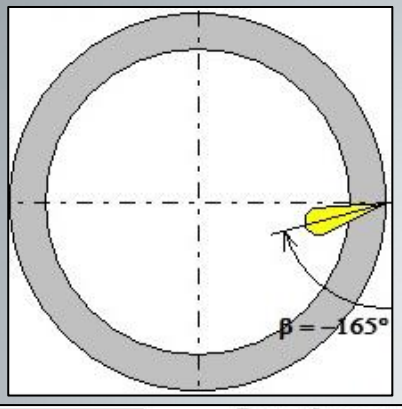
2700 об/мин

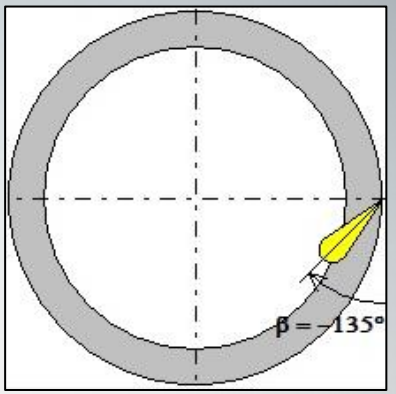
Влияние пространственной ориентации форсунок

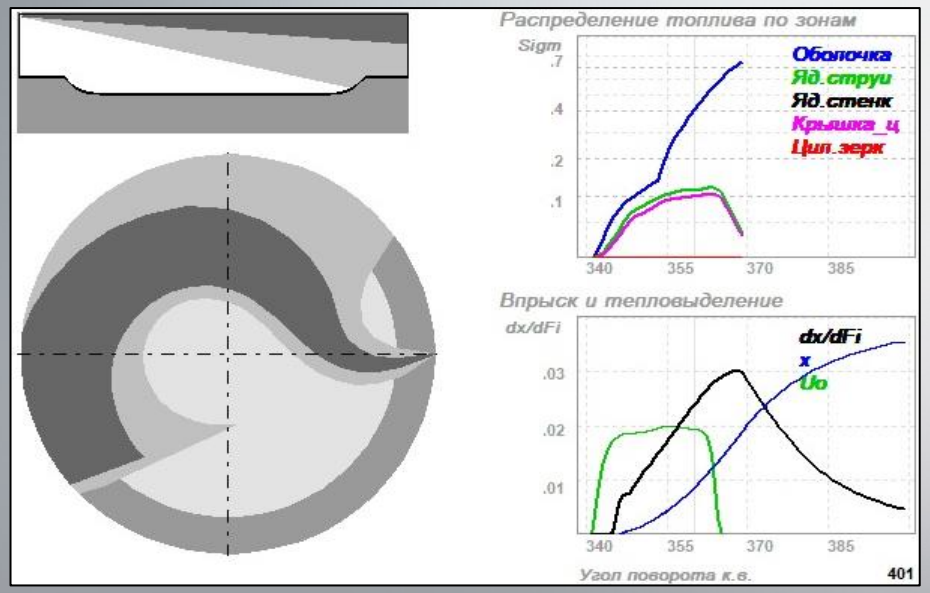


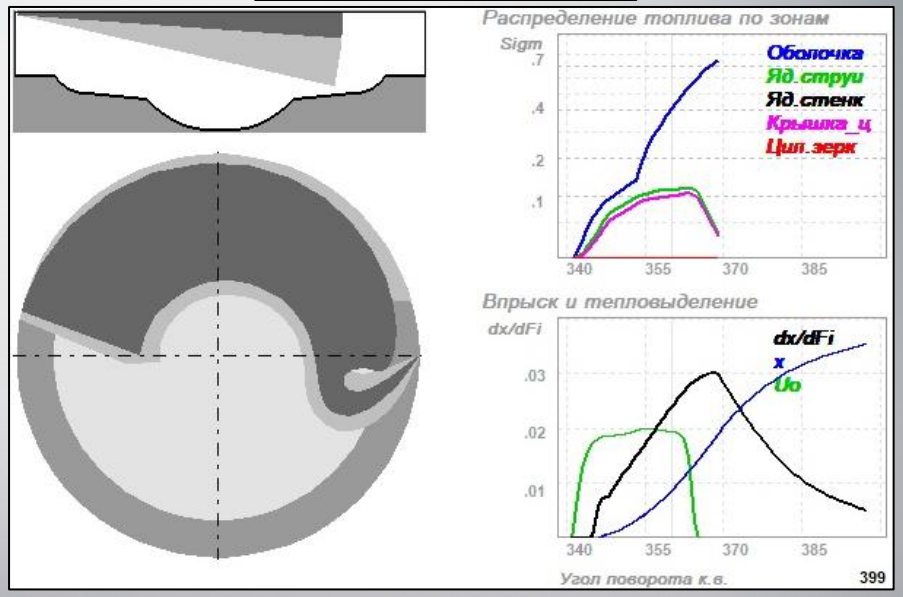


Влияние пространственной ориентации форсунок

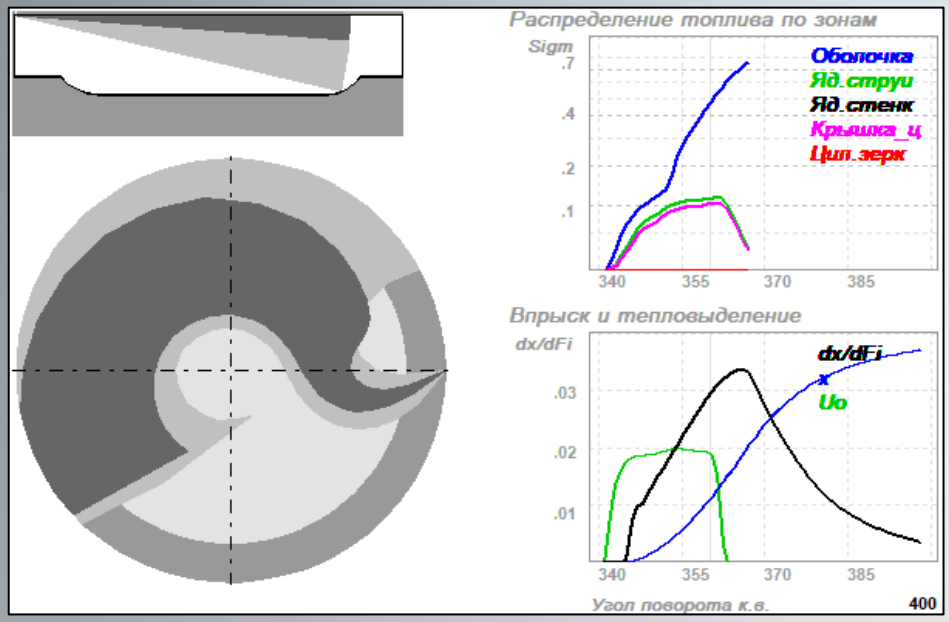




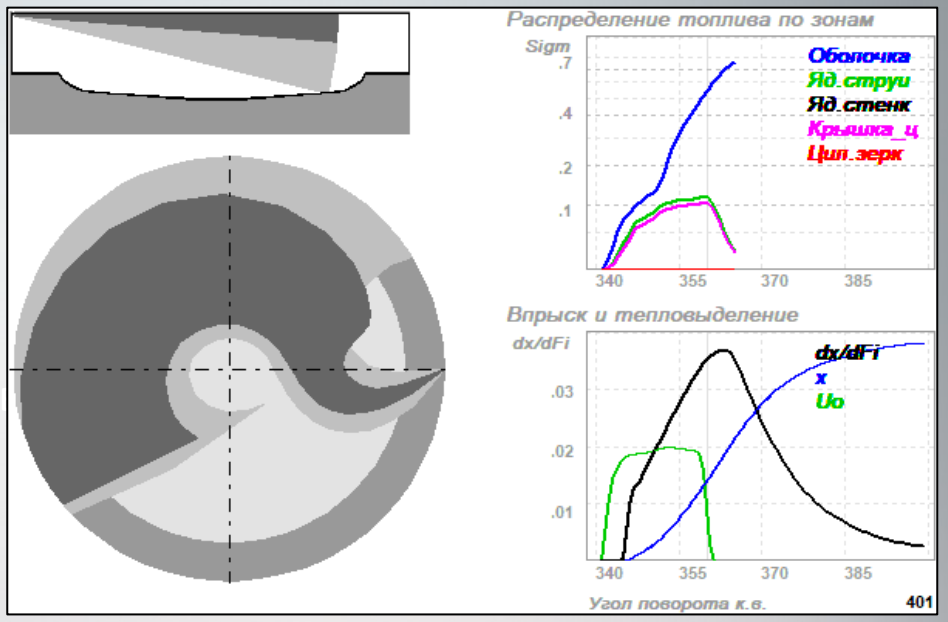




Влияние продолжительности топливоподачи

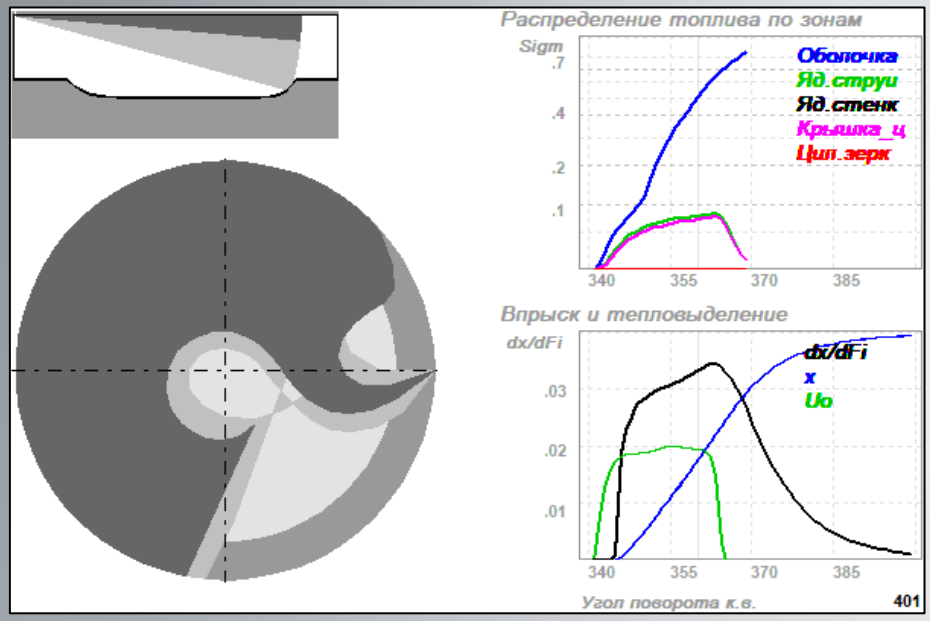


22° ПКВ

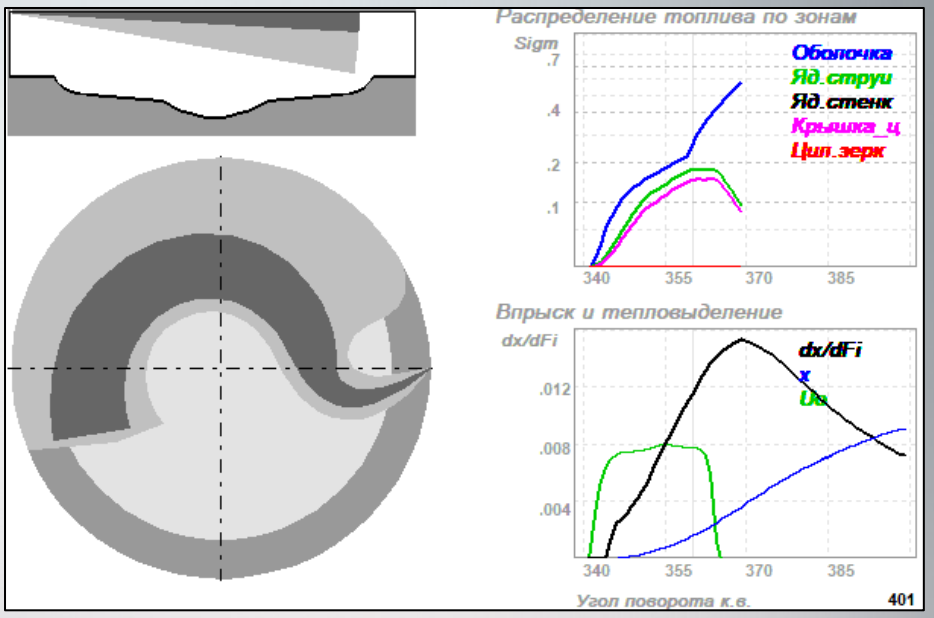


20° ПКВ

Влияние диаметра отверстий форсунки

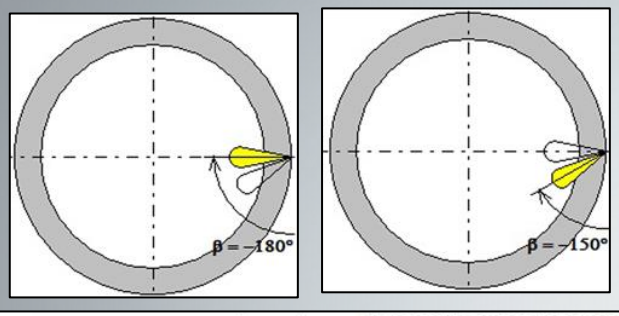


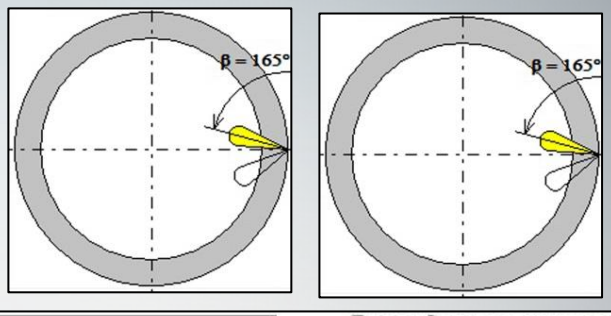
0,4 мм

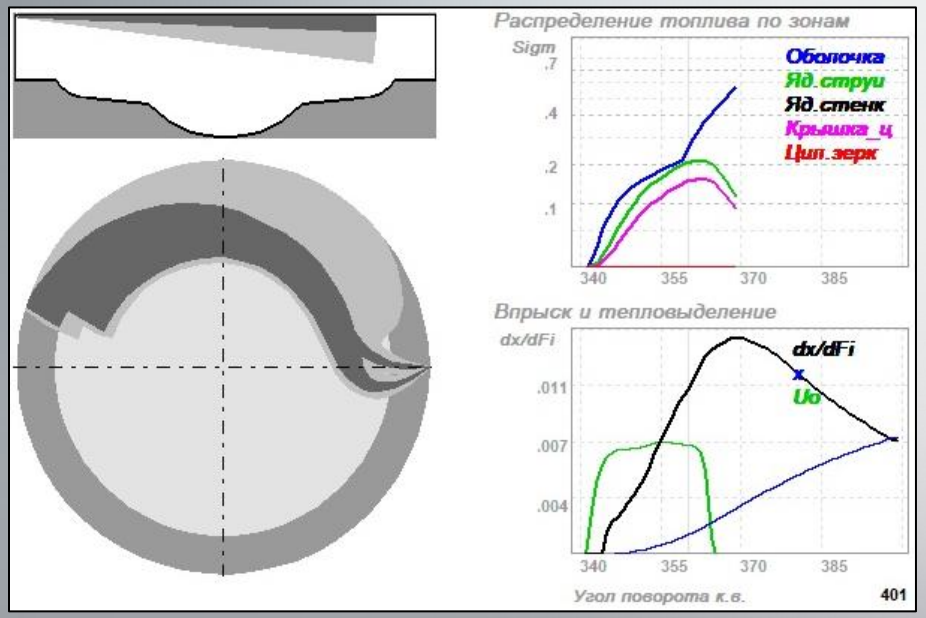


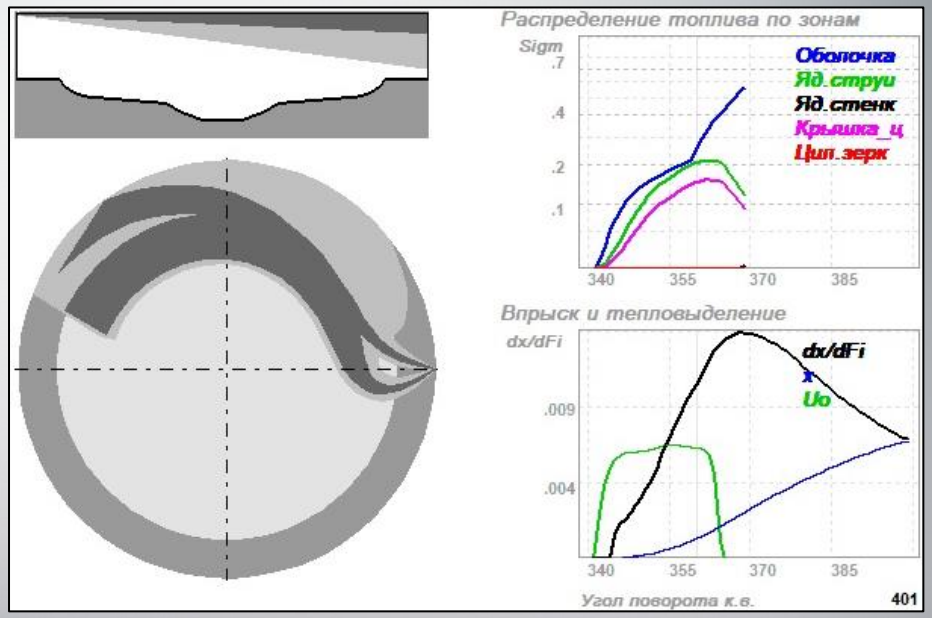
0,6 мм

Развитие топливных струй при двух отверстиях форсунки при D=0,5 мм

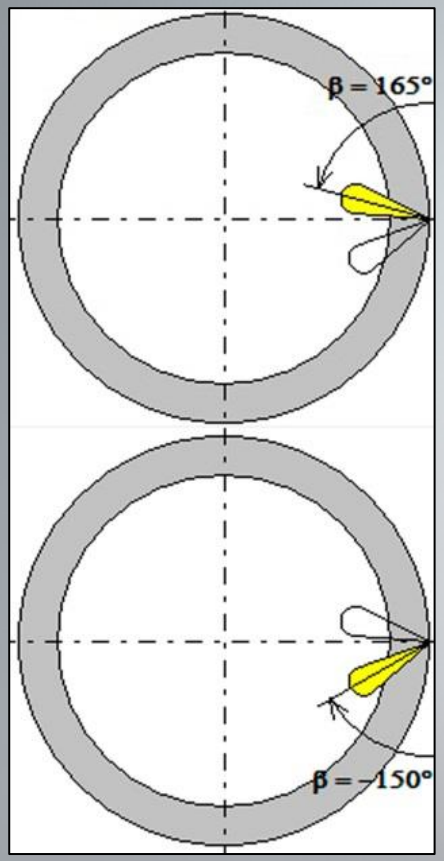


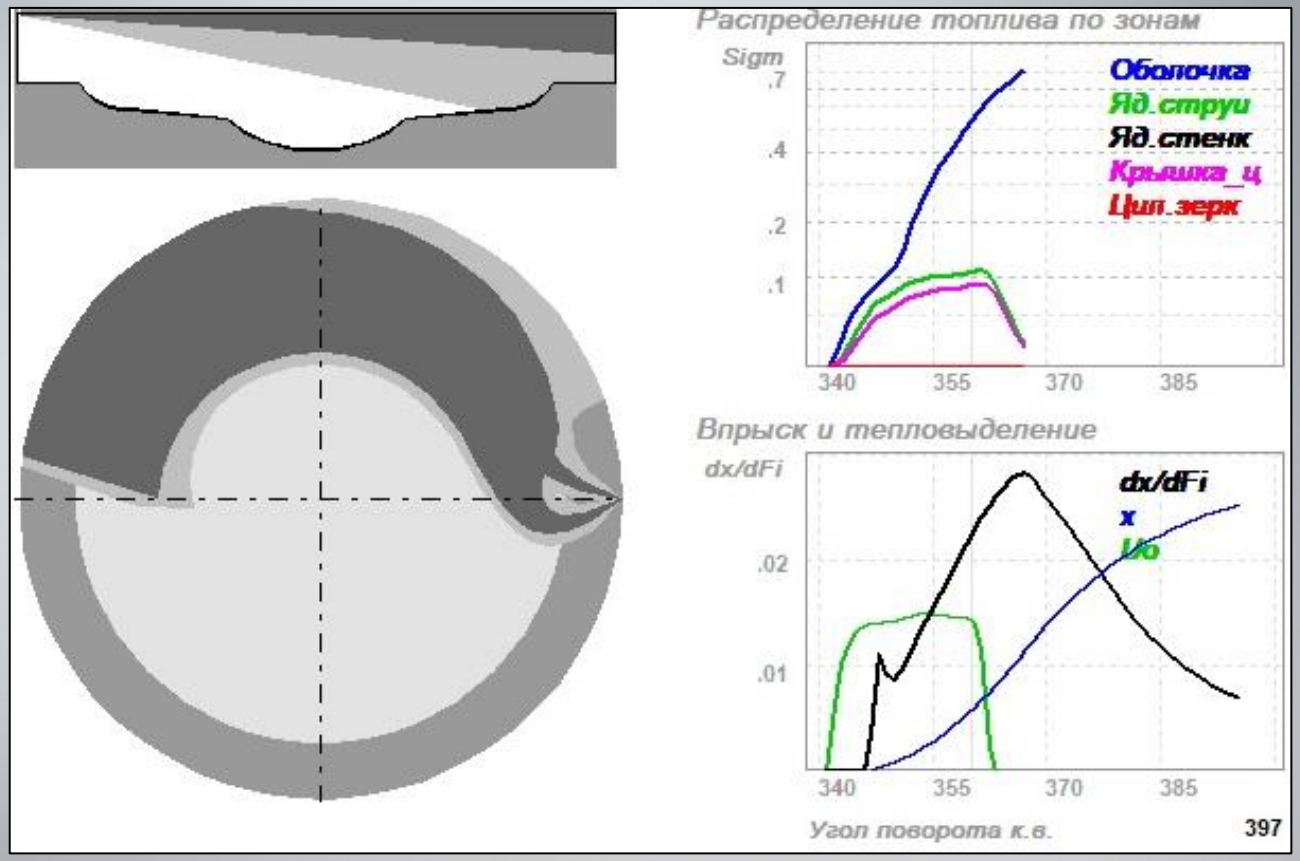




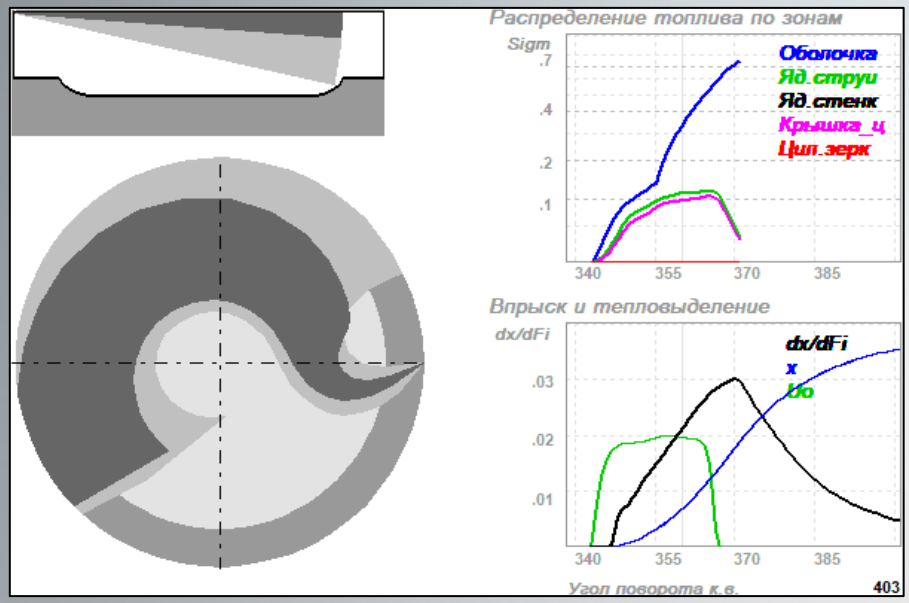


Развитие топливных струй при двух отверстиях форсунки при D=0,4 мм

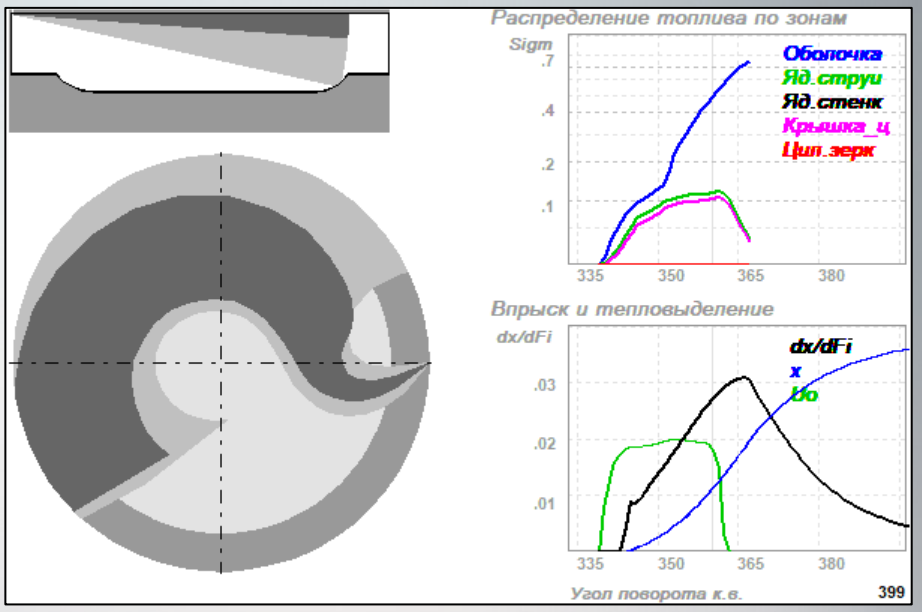




Влияние угла опережения впрыска топлива

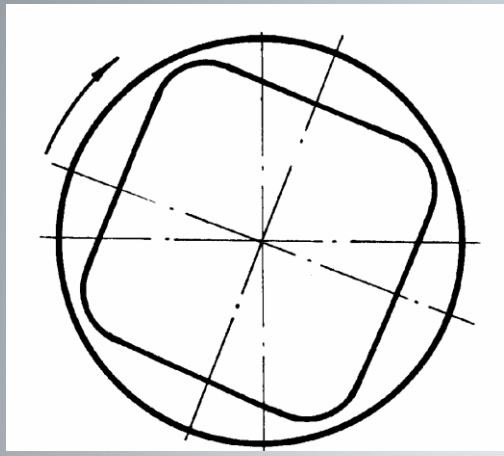


17° до ВМТ

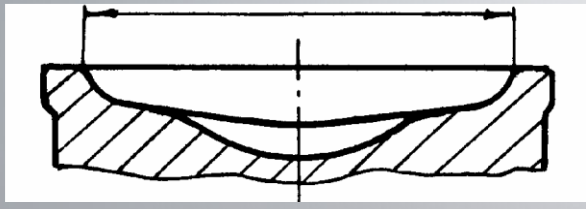


21° до ВМТ

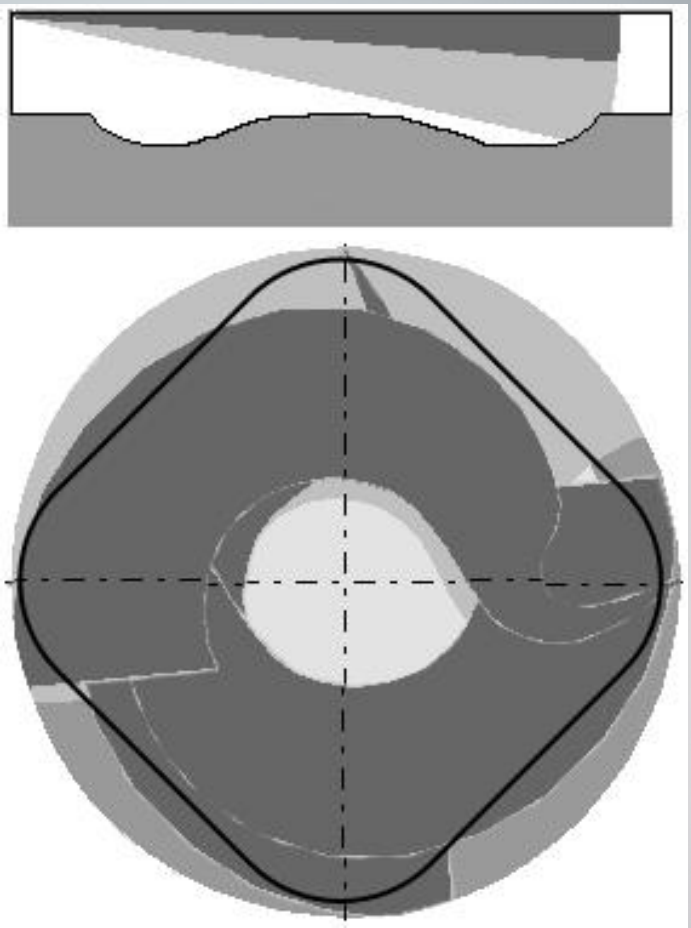
Разработка рекомендаций



Квадратная камера сгорания



Круглая КС с аккумулятором для догорания несгоревшей смеси



Предлагаемая КС

Себестоимость НИР и экономический эффект

№п/п	Наименование статьи расходов	Сумма, грн.
1	Стоимость расходных материалов и приложений	110
2	Транспортно-заготовительные расходы	13,2
3	Основная заработная плата	23600
4	Дополнительная заработная плата	2360
5	Отчисления на социальные мероприятия	10384
6	Амортизационные отчисления	2600
7	Общепроизводственные расходы	7788
8	Производственная себестоимость	46855,2
9	Административные расходы	5192
10	Рентабельность	5204,7
11	полная себестоимость	57251,9

Экономический эффект

$Э_{г.потр.}$ = 1804 грн.

Срок окупаемости для 10 двигателей 4 года 52 дня

Выводы

- Проведён анализ современных тенденций развития энергетических установок
- Проведён анализ особенностей организации рабочего процесса в двутактном дизели с движущимися навстречу поршнями
- Настроена математическая РК-модель
- Проведена оценка факторов, влияющих на распределение топливной струи в объёме КС
- Разработаны рекомендации по повышению эффективности сгорания
- Выполнено технико-экономическое обоснование работы, рассмотрены вопросы охраны труда, техники безопасности и защиты