

температура отопления в Германии существенно выше, чем принятая при данных расчетах  $t_{p.o.} = -35^{\circ}\text{C}$ , аналогичный показатель нового строительства в нашей стране приближается к мировому уровню.

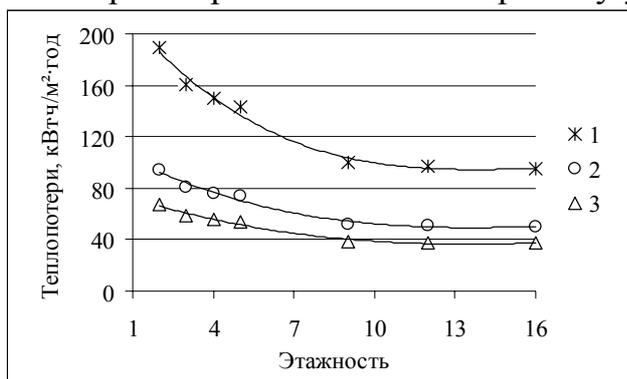


Рис. 4. Зависимость удельных тепловых потерь здания в кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год) от этажности  
 1 – СНиП II-A.7-71 [6],  
 2 – СНиП II-3-79b [7],  
 3 – СНиП 23-02-2003 [8]

**Вывод:** Проведенный анализ потерь теплоты через различные типы ограждений и анализ удельных тепловых потерь зданий, построенных в разные годы, позволяет выявить наиболее эффективные мероприятия по энергосбережению при утеплении зданий для включения в программы энергосбережения муниципальных образований.

#### Библиографический список

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергия, 1975. 368 с.
2. Апарцев М.М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения: Справ.-метод. пособие. М.: Энергоатомиздат, 1983. 204 с.
3. МДМ 41-4.2000 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения. Утв. Приказом Госстроя России от 6 мая 2000 г. № 105.
4. Беляйкина И.В. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К.Громов, Л.П. Иголка, А.А. Лямин. Под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. М.: Энергоатомиздат, 1988. 376 с.
5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4–е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1973. 287 с.
6. СНиП II-A.7-71 Строительная теплотехника, нормы проектирования. Стройиздат. М., 1973.
7. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника. Минстрой России. М., 1995.
8. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. ГК РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). М., 2004.
9. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов / Пер. с нем. под ред. А.Е. Елохова. М.: АСВ, 2008. 144 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ДВС ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

Шестаков Д.С.

ООО «Уральский дизель-моторный завод», e-mail: dima-shestakov83@mail.ru,

Жилкин Б.П., Плотников Л.В.

УрФУ, e-mail: tot@ustu.ru, plotnikovlv@mail.ru

Для решения задачи повышения энергоэффективности в области двигателестроения просматриваются два направления:

- оптимизация конструкции (в единстве с технологией изготовления) двигателя, не затрагивая существа происходящих в нем процессов, и/или
- повышение эффективности (совершенствование) рабочих процессов [1], с последующим изменением конструктивного исполнения.

Их них наиболее значимым и эффективным направлением энергосбережения, безусловно, является совершенствование рабочего цикла двигателя. Однако для успешной реализации данного направления потребуются масштабные теоретические и экспериментальные исследования процессов в ДВС.

В двигателестроении повышение энергоэффективности осуществляется по следующим направлениям:

- совершенствование процессов во впускных и выпускных каналах,
- в системах охлаждения и подачи топлива и т.д.,
- а также меры, направленные на снижение затрат при производстве и при эксплуатации ДВС.

При этом, вследствие повышения технических характеристик двигателей, снижение затрат при производстве будет происходить за счет уменьшения количества необходимых ДВС для решения генерации определенной мощности. В эксплуатации же меньшее число двигателей с более совершенным рабочим процессом будут расходовать меньше топлива, смазочных материалов, потребуют меньше затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также прослужат дольше.

Одним из процессов, во многом определяющим показатели поршневых ДВС, является процесс впуска, в котором основная цель усовершенствований состоит в повышении наполнения цилиндра свежим зарядом. При этом физическая сущность процессов, происходящих во впускной системе, существенно зависит от типа двигателя (атмосферный или с наддувом).

Экспериментальное исследование газодинамики во впускном тракте атмосферного двигателя показало, что наличие пульсационных явлений (возвратно-поступательных течений) в подающем канале после закрытия впускного клапана приводит к уменьшению количества воздуха, поступающего в цилиндр, из-за чего, в итоге, снижается мощность двигателя. Таким образом, совершенствование процесса наполнения цилиндра ДВС может заключаться в гашении пульсационных эффектов во впускной системе.

Для этого был использован эффект, заключающийся в том, что в каналах с формой поперечного сечения, лишенной полной симметрии, возникают сложные, стабильные вихревые течения. Экспериментально установлено, что выполнение части впускной системы ДВС в виде канала с поперечным сечением в форме треугольника позволяет погасить пульсации воздушного потока и стабилизировать течение за счет создания продольных вихрей, и тем самым получить увеличение объемного расхода воздуха через впускную систему в среднем на 24 % в сравнении со штатной впускной системой постоянного круглого сечения [2]. Поскольку мощность, развиваемая двигателем внутреннего сгорания, прямо пропорциональна расходу воздуха через него, то мощность двигателя при ис-

пользовании впускной трубы с профилированным участком с учетом потерь повысится не менее, чем на 20 %.

Таким образом, повышение эффективности только одного процесса – процесса впуска в атмосферном двигателе, приведшее к созданию модернизированной впускной системы (с профилированным участком), даст улучшение важнейшего конструктивного показателя двигателя – удельной массы, приблизительно на 20 %. Это позволит снизить общие затраты топливно-энергетических ресурсов при изготовлении дизель-генераторов для объектов малой энергетики применительно к Свердловской области на 6,2 %, и уменьшит капитальные затраты на 15 % [1].

Процесс впуска в поршневых ДВС с наддувом имеет существенные отличия в аэродинамических и теплообменных характеристиках потока по сравнению с процессами в атмосферных двигателях. Соответственно, будут отличаться способы совершенствования процессов во впускной системе таких двигателей.

Экспериментальные исследования аэродинамики течения во впускной системе поршневого ДВС с наддувом показали, что с появлением в тракте мощного активного элемента турбокомпрессора, возникают интенсивные колебания скорости и давления потока воздуха в канале в течение всего рабочего цикла двигателя, значительно превышающие (на 25-35 %) таковые для атмосферного ДВС.

Оказалось, что при этом уровне пульсаций поперечное профилирование не приводит к желаемому результату. Вероятно, что в результате сильных возвратных течений в канале с наддувом накапливается «избыточный» воздух. В связи с этим, была разработана автоматизированная система с электромагнитным клапаном, которая позволяет производить регулируемый сброс определенного (избыточного) количества воздуха из канала на участке между компрессором и впускным коллектором. При этом в системе объем сбрасываемого воздуха зависит от режима работы двигателя и управляется контроллером.

Было установлено, что наличие во впускном канале вышеописанной регулирующей системы приводит к стабилизации течения в процессе впуска при сохранении расходных характеристик двигателя. Известно [3], что пульсационные явления (неустойчивость) значительно меняют характеристики компрессоров, увеличивается их гидравлическое сопротивление. Оценки показывают, что снижение затрат на сжатие в компрессоре приблизительно на 10 % в двигателях с наддувом приведет к лучшей очистке цилиндра от отработавших газов, и соответственно, уменьшит коэффициент остаточных газов на 5-7 %, что позволит в итоге снизить удельный расход топлива двигателя на 3-5 %.

Таким образом, проведенные исследования показали, что стабилизация течения во впускной системе поршневых ДВС (атмосферных и с наддувом) должна производиться разными методами, что, в конечном итоге, даст повышение энергоэффективности как при производстве двигателей, так и при их эксплуатации.

### Библиографический список

1. Плотников Л.В. Факторы энергосбережения в двигателестроении / Л.В. Плотников, Б.П. Жилкин // Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции и выставки студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. С. 246-248.
2. Жилкин Б.П. Влияние формы поперечного сечения впускного канала на газодинамику и расходные характеристики процесса впуска в ДВС / Б.П. Жилкин, Л.В. Плотников // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2009. № 7-8. С. 94-98.
3. Bailey N.P. Flow and Combustion Stability // ASME Paper. November 1951. № 51-A-83.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗМЫКАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Ширяев А.С., Плетнёва Л.В., Бартоломей П.И.  
УрФУ, [admin@daes.ustu.ru](mailto:admin@daes.ustu.ru)

Современные проблемы энергетики по праву можно считать глобальными и всеобъемлющими. Они везде и повсюду: начиная от производства электроэнергии и заканчивая ее потреблением. Одной из таких немаловажных проблем является энергоэффективная эксплуатация распределительных сетей. В частности, рассматривается проблема параллельной эксплуатации электрических сетей различных уровней напряжения, при этом возникает необходимость решения двух задач: минимизации потерь и уменьшения токов короткого замыкания в сетях низшего напряжения.

Рассмотрим задачу минимизации потерь на примере параллельно работающих сетей 220 и 35 кВ, показанных на рис. 1.

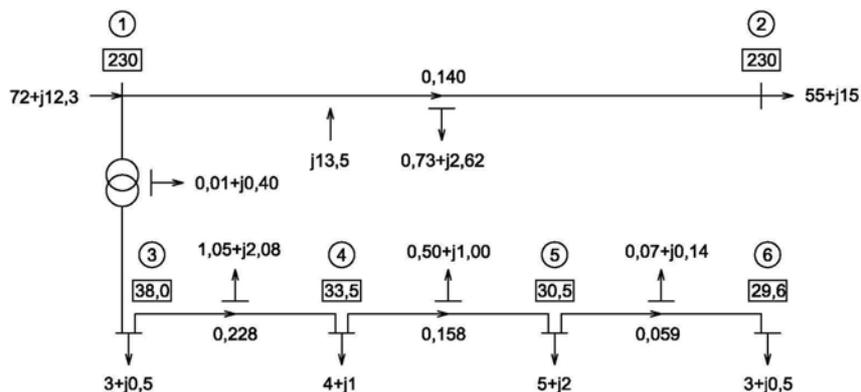


Рис. 1.

В рассматриваемой конфигурации сети узлы 1 и 2 связаны ЛЭП 220 кВ, по которой протекает мощность в соседние энергорайоны. Подсоединение распределительной сети 35 кВ к сети 220 кВ осуществляется через трансформатор, который имеет коэффициент трансформации  $230/38,5$ . В узлах 3, 4, 5 и 6 находятся небольшие предприятия.

Оценка расчёта нормального режима позволяет сделать вывод о том, что такая конфигурация не является оптимальной. И вот почему: напряжения в уз-