

Степень уникальности УНУ

№ п/п	Наименование показателя	Информация
1	Уникальные характеристики /возможности УНУ в сравнении с зарубежными и российскими аналогами (указываются аналоги и их сравнение с заявляемой УНУ), ожидаемый период сохранения уникальности/превосходства	Кроме УНУ «Впрыск» в мире существуют несколько подобных установок, оснащённых камерой постоянного объёма с окнами из кварцевого стекла и системами подачи углеводородного топлива и газов, а также системами измерения параметров и высокоскоростной видеосъёмки формирования и движения струй распыленного в камере топлива, на которых проводятся комплексные исследования, направленные на экспериментальное подтверждение расчётных параметров топливных струй. Это стенды компаний AVL (Австрия), Bosch (Германия), FEV (Германия), EFS (Франция), университета Британской Колумбии (Канада) и другие. В России подобные установки в научных публикациях не описаны, то есть аналоги неизвестны. Каждый стенд обладает своими особенностями, вызванными целями и способами решения поставленных задач. Например: стенд визуализации впрыска жидкого топлива фирмы AVL (Австрия) имеет камеру постоянного объёма с большими окнами 180x180 мм и большим внутренним объёмом, что позволяет производить скоростную видеосъёмку процесса свободного развития топливных струй и разместить внутри неё элементы для измерения массового распределения топлива по их сечению. Однако это ограничивает максимальное давление в камере на уровне 11 бар. При исследовании особенностей смесеобразования гептана впрыск топлива производился под давлением 100–500 бар. Камера заполнялась воздухом или азотом при давлении от 0,3 до 11 бар и температуре 20°C. Продолжительность впрыска до 1,5 мс. Кроме скоростной видеокамеры стенд оборудован стробоскопом и лазерной подсветкой. Камера HDA-500 фирмы Bosch (Германия) предназначена для исследования впрыска топлива форсунками типа Common Rail. Она имеет следующие параметры: противодавление 5–95 бар, температура от +20°C до +120°C. Количество фаз впрыска от 1 до 10 при минимальном интервале между фазами 30 мкс. Погрешность измерения времени составляет 1 мкс. Максимальный объём топлива за один впрыск до 500 мг.

		Однако эта камера не имеет окон и не позволяет визуализировать процесс впрыска и форму топливных струй. Стенд визуализации впрыска ITB110-V фирмы EFS (Франция) предназначен для исследования параметров топливных струй, образующихся при впрыске форсунками типа Common Rail. Камера постоянного объёма имеет внутренний диаметр 120 мм и 4 окна диаметром около 110 мм, что позволяет зафиксировать максимальную длину видимой топливной струи 60 мм. Максимальные давление и температура газов (азот и углекислый газ) в камере постоянного объёма составляют 50 бар и 80°C, соответственно. Давление впрыска топлива регулируется от 500 до 2000 бар. Стенд имеет программное обеспечение для автоматического управления циклом испытания и компьютерной обработки формы, размеров и углового положения топливных струй. Стенд с камерой визуализации впрыска (IVC) в университете Британской Колумбии (Канада) предназначен для исследования нового способа смесеобразования (Westport HPDI). Он реализуется при последовательном впрыске запального жидкого дизельного топлива и основного – газообразного природного газа (метана). Сжатый природный газ впрыскивается в камеру, заполненную азотом при температуре 40°C, под высоким давлением до 30 МПа посредством двухтопливной форсунки Westport HPDI, либо специальной форсункой для впрыска газообразного топлива CNG-DI. Камера постоянного объёма рассчитана на максимальное давление азота 80 бар. Продолжительность впрыска дизельного топлива и природного газа (метана) задаётся в пределах до 2 мс. Эти стенды предназначены для исследования особенностей процессов впрыска, распыливания и смесеобразования жидкого и газообразного топлива в камере постоянного объёма без воспламенения и сгорания. Известны стенды, на которых имеется возможность исследовать особенности процессов воспламенения и сгорания. Например: стенд фирмы FEV (Германия) предназначен для исследования впрыска этанола с воспламенением от свечи накаливания. Он имеет камеру сгорания высокого давления с небольшими окнами. Максимальные давление и температура в камере при
--	--	---

		сгорании достигают 150 бар и 1000 К, соответственно. Начальное давление в камере до 40 бар при температуре до 531 К. Давление впрыска топлива 400–1000 бар. Продолжительность впрыска от 225 мкс до 2 мс. УНУ «Впрыск» имеет ряд существенных отличий от зарубежных аналогов. В отличие от аналогов УНУ «Впрыск» оснащена универсальной камерой постоянного объёма с большим фронтальным (диаметром 150 мм) и боковыми окнами из кварцевого стекла. В неё установлена электромагнитная форсунка с подводом топлива под постоянным давлением (1000–2000 бар) от топливного стенда НУ-EP200. Продувка объёма камеры осуществляется воздухом, предварительно сжатым в компрессоре. Заполнение камеры возможно различными газовыми смесями, состоящими из воздуха, кислорода, азота, аргона, водорода, метана и других, находящихся в баллонах высокого давления (до 15 МПа). Контроль состава газовой смеси производится дозированием подачи отдельного компонента и по показаниям манометра. Электрические нагревательные элементы и термопара типа ХК, установленные внутри камеры, позволяют нагревать газовую смесь до 400⁰С и автоматизировать процесс нагрева до заданного уровня. Впрыск топлива электромагнитной форсункой осуществляется по команде от контроллера-синхронизатора. Оригинальная система автоматического управления экспериментальной установкой позволяет задавать параметры управляющих импульсов, подаваемых на электромагнитную форсунку, с точностью до 1 мкс и обеспечивает синхронность единичного многофазного впрыска топлива в камеру постоянного объёма, включения высокоскоростной цветной видеокамеры FASTCAM SA-X2 и регистрации процессов на 4-х канальном цветном осциллографе TDS2014C. Одновременно с высокоскоростной видеосъёмкой формирования и движения струй распыленного в камере топлива производится регистрация динамики изменения давлений в каналах топливоподающей аппаратуры и в самой камере с помощью аппаратуры регистрации давления «НЕЙВА 10000». Уникальная комплектация установки разносторонним исследовательским оборудованием позволяет проводить широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований физики процессов развития
--	--	--

		двухфазных струй, смесеобразования и сгорания в различных газовых смесях в камере при давлениях до 100 бар и температурах до 400⁰С с высокоскоростной видеосъёмкой (до 40 000 и более кадров/сек). Таким образом УНУ «Впрыск» уникальна тем, что позволяет выполнять широкий спектр как узконаправленных, так и универсальных научных исследований процессов, происходящих в камерах сгорания практически любых тепловых энергетических установок. Ожидаемый период сохранения уникальности данной научной установки в Российской Федерации от 5 до 8 лет.
2	Решаемые с использованием УНУ масштабные научные задачи	1. Оптимизация процессов впрыска жидкого топлива, смесеобразования, объемного самовоспламенения и принудительного зажигания для эффективного управления процессом сгорания в форсированном транспортном дизеле. 2. Научное обоснование и разработка рабочего процесса газового двигателя с комбинированным воспламенением от сжатия и плазменно-факельным зажиганием гомогенной обеднённой многокомпонентной рабочей смеси на основе природного газа (метана). 3. Научное обоснование и разработка суперэкономичного рабочего процесса с возвратом энергии отработавших газов в камеру сгорания ДВС для обеспечения объемного самовоспламенения и эффективного сгорания бедной рабочей смеси. Решать поставленные научные задачи планируется в течение 5 лет в несколько этапов. 1. Расчётно-теоретическое и экспериментальное моделирование процессов впрыска жидкого топлива и смесеобразования со скоростной видеосъёмкой при различных условиях в камере сгорания перспективных энергоэффективных ДВС. 2. Расчётно-теоретическое и экспериментальное моделирование со скоростной видеосъёмкой влияния на процессы объемного самовоспламенения, принудительного зажигания и сгорания в тепловых энергетических установках следующих факторов: – содержания активных и инертных компонентов в горючей смеси при различных условиях самовоспламенения и принудительного зажигания; – величины энергии и объёма плазменного разряда; – движения факела распыленного топлива и активных

		компонентов горючей смеси; – диссоциации различных веществ (диоксида углерода и воды) при различных температурах и давлениях. 3. Расчётно-теоретическое и экспериментальное моделирование скорости образования оксидов азота в зависимости от содержания атомарного кислорода, образующегося при диссоциации диоксида углерода. 4. Расчётно-теоретическое и экспериментальное доказательство гипотезы о связи детонации в камере сгорания ДВС с диссоциацией диоксида углерода. 5. Уточнение модели сгорания однородных смесей различного состава (по активным и инертным компонентам) при объёмном самовоспламенении от сжатия (за счёт температуры) и принудительном зажигании в тепловых энергетических установках. 6. Определение условий организации эффективного сгорания горючих смесей на границе детонации при самовоспламенении и принудительном зажигании. 7. Разработка технических решений по реализации преимуществ управляемого процесса сгорания обеднённой многокомпонентной рабочей смеси для энергоэффективных газовых и дизельных ДВС.
3	Полученные за последние 5 лет с использованием УНУ значимые научные результаты (приводится краткое описание полученных результатов)	В 2016 году на УНУ «Впрыск» проведены экспериментальные исследования с высокоскоростной видеосъёмкой процессов впрыска топлива и смесеобразования в камере постоянного объёма по определению влияния электрического импульса управления на характеристику впрыска форсунки типа Common Rail производства АЗПИ с различными распылителями. По результатам видеосъёмки работы электромагнитной форсунки при давлении топлива в рампе от 100 до 165 МПа и продолжительности электрического импульса управления от 0,5 до 3,0 мс определены следующие параметры: – фактические моменты начала и окончания впрыска топлива; – задержки начала и окончания и продолжительность фактического впрыска топлива; – динамика развития топливных струй; – средние скорости движения вершин топливных струй. Определены оптимальные конструктивные и регулировочные параметры элементов топливоподающей

		аппаратуры для ООО «ЧТЗ-Уралтрак» по Соглашению ЮУрГУ (НИУ) с Минобрнауки РФ о предоставлении субсидии № 14.577.21.0102.
--	--	--