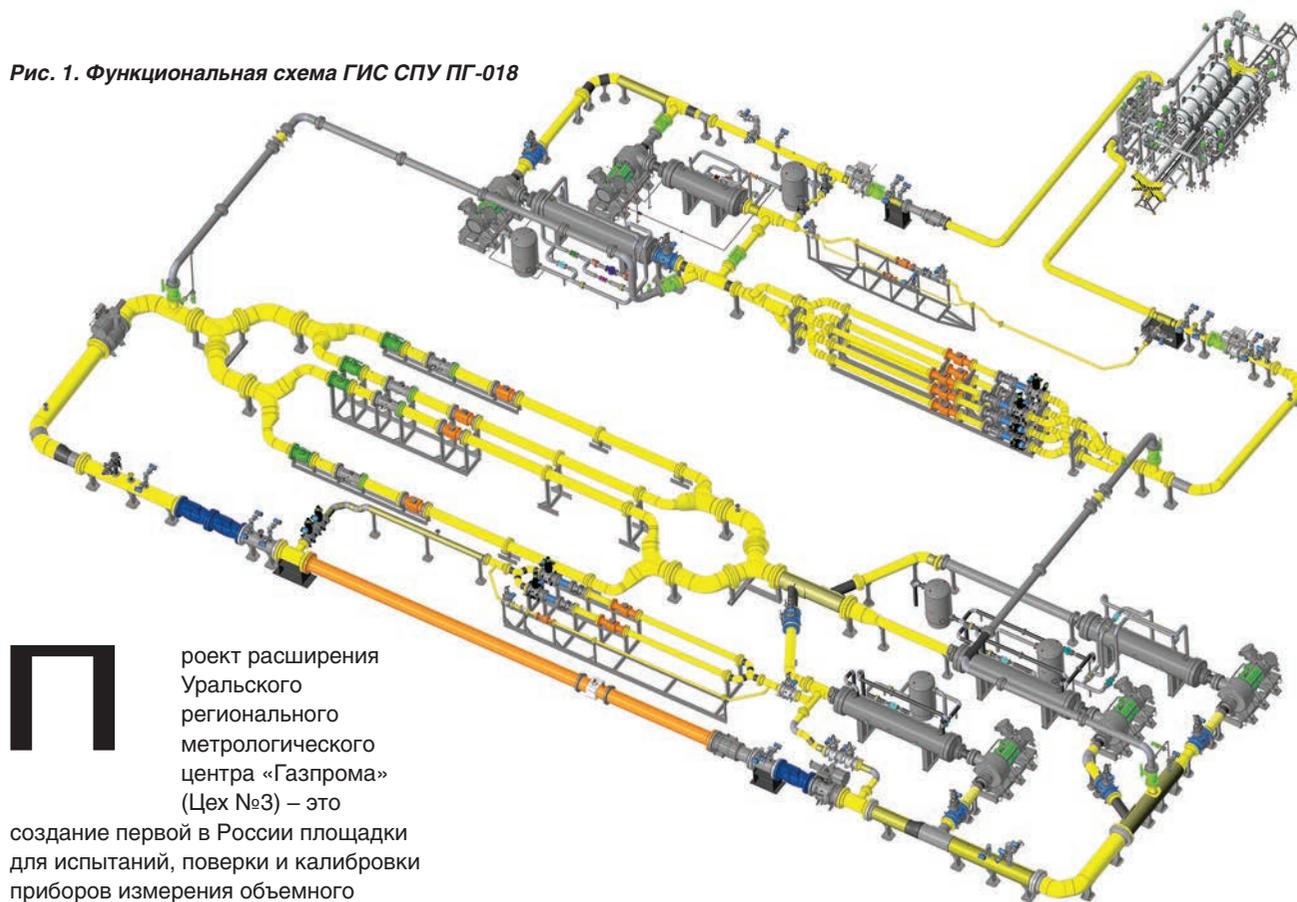


Турбулентность-ДОН реализует крупномасштабные проекты по обеспечению метрологического суверенитета страны

В целях выполнения положений «Доктрины энергетической безопасности России», утвержденной Указом Президента РФ от 13 мая 2019 года № 216, а также Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» 11 июня 2019 года, министром торговли и промышленности Российской Федерации Д. В. Мантуровым и председателем правления ПАО «Газпром» А. Б. Миллером утверждена дорожная карта по созданию Государственного первичного специального эталона расхода природного газа высокого давления. Согласно п. 6 дорожной карты предусмотрено создание инфраструктуры для эксплуатации Государственного первичного специального эталона в рамках проектирования третьего пускового комплекса Уральского регионального метрологического центра ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» ГИС «Долгодеревенская».

Рис. 1. Функциональная схема ГИС СПУ ПГ-018



Проjekt расширения Уральского регионального метрологического центра «Газпрома» (Цех №3) – это создание первой в России площадки для испытаний, поверки и калибровки приборов измерения объемного расхода газа (расходомеров) при его прокачке по магистральным газопроводам под давлением от 0,1 до 10 МПа. Это технологическая установка, предназначенная для передачи эталонного значения единицы расхода газа на расходомеры на высоком давлении. Действующий Уральский региональный метрологический центр (Цех №1 и Цех №2) функционирует только в проточном режиме работы в диапазоне давлений 5,4–7,4 МПа.

Совместно с ПАО «Газпром» и подведомственным Росстандарту ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» выполнение опытно-конструкторских работ по созданию Государственного первичного специального эталона единицы объемного расхода газа высокого давления и изготовлению кольцевой газоизмерительной системы на природном газе СПУ ПГ-018 ведет ООО НПО «Турбулентность-ДОН». Компания имеет более чем 20-ти летний уникальный опыт разработки и эксплуатации эталонных кольцевых поверочных установок на базе собственной метрологической службы, в том числе на природном газе.



Рис. 2. Эталонная сопловая поверочная установка на природном газе СПУ ПГ-2М, производства ООО НПО «Турбулентность-ДОН»



Рис. 3. Эталонная испытательная мультигазовая установка СПУ-МГ-4М, производства ООО НПО «Турбулентность-ДОН»

Уникальность газоизмерительной системы СПУ ПГ-018:

- Возможность поверки и калибровки расходомеров широкого диапазона применения: от узлов учета промышленных потребителей до расходомерных комплексов приграничных ГИС;
- Установка состоит из из малого и большого кольцевых контуров. Применение кольцевой схемы обеспечивает независимость режима работы ГИС от режима магистрального газопровода;
- Движение газа обеспечивается промышленными вентиляторами высокого давления (ПВВД);
- Стабильность температуры газа при поверке создается двухконтурной системой термостабилизации с уникальной компоновкой.

Данная установка в Государственной поверочной схеме станет рабочим эталоном 1-го разряда для калибровки/поверки расходомеров природного газа диаметрами DN 50 ÷ DN 600 и займет лидирующие позиции среди установок Европейских метрологических центров.

Таблица 1. Характеристики кольцевой поверочной установки по ТЧДЗ

Избыточное давление газа (МПа)	Минимальный расход газа – Q _{мин} (м³/ч)	Максимальный расход газа – Q _{макс} (м³/ч)	Номинальный диаметр – DN	Предел допускаемой относительной расширенной неопределенности рабочего эталона (при коэффициенте охвата k=2, вероятности охвата 95%) (±%)
0,1 ÷ 4,0	5	40 000	50 ÷ 600	не более 0,3
4,0 ÷ 6,3	5	30 000		не более 0,25
6,3 ÷ 10,0	5	25 000		не более 0,25

Таблица 2. Сравнение установок Европейских метрологических центров

Название установки	Диапазон давлений, МПа	Диапазон диаметров, мм	Диапазон расходов в рабочих условиях, м³/ч	Давление при макс. расходе, МПа	Стабильность температур, °С	Неопределенность измерения расхода, %
EuroLoop Nmi (Нидерланды)	0,9 – 6,1	100 – 1200	20 – 30 000	5,1 – 6,1	0,5	0,16
FORCE (Дания)	0 – 6,5	50 – 1250	8 – 10 000	6,0 – 6,5	–	0,25
Pigsar (Германия)	1,6 – 5,0	50 – 500	3(8) – 6 500	5,0	–	0,13-0,16
RMA (Германия)	1 – 5,1	50 – 400	5 – 13 000	2,6 – 5,0	–	0,3
СПУ ПГ-2М (РФ)	0,1 – 0,9	25 – 300	0,25 – 4 400	0,9	0,5	0,45
СПУ ПГ-018, УРМЦ-3 (РФ)	0 – 10	50 – 600 (700)	5 – 40 000	10	0,5	0,15 (малый кольцевой контур) 0,17 (большой кольцевой контур)

Реализация проекта на этапе базового инжиниринга показала необходимость разработки и изготовления уникальной технологической оснастки для ГИС СПУ ПГ-018. Потребовались научные и инженерные изыскания, а также технические решения, аналогов которых ранее в России не существовало по причине повышенных требований к оборудованию, которое должно работать в среде природного газа при высоком давлении до 10МПа.



Инновационные решения при разработке промышленных вентиляторов высокого давления

Для достижения требований технического задания ООО НПО «Турбулентность-ДОН» были рассчитаны параметры перепада давления и требуемой мощности ГИС СПУ ПГ-018.

Таблица 3. Параметры перепада давления и требуемой мощности ГИС СПУ ПГ-018

Наименование характеристики	Ед. изм.	0,1 – 4,0 МПа	4,0 – 6,3 МПа	6,3 – 10,0 МПа
Максимальная производительность	м ³ /ч	40 000	30 000	25 000
Минимальный расход газа	м ³ /ч	5	5	5
Номинальный диаметр калибруемых средств измерения (DN)	мм	50-600 (700)		
Перепад давления	кПа	110	170	220
Потребляемая мощность большим кольцевым контуром	МВт	до 1,8	до 2,4	до 4,2

Изначально закупка промышленных вентиляторов высокого давления планировалась у немецкой компании, имеющий опыт изготовления подобного оборудования, но на пути реализации проекта в условиях санкций, введенных странами ЕС в отношении России, поставка изделий европейских производителей стала нецелесообразной из-за возникающих рисков при эксплуатации и техническом обслуживании. Усложнило ситуацию и то, что агрегаты с заданными характеристиками в мире ранее не изготавливались, но в результате были найдены отечественные производители, которые смогли обеспечить производство требуемого высокотехнологического оборудования.

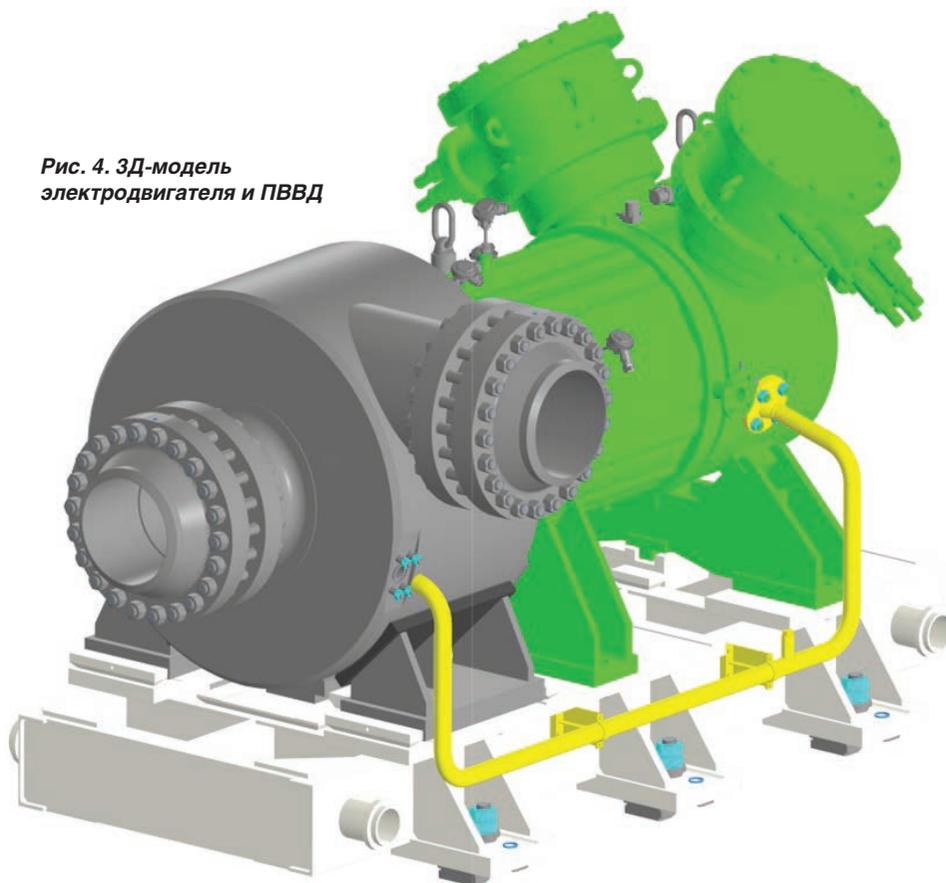
Таблица 4. Параметры электродвигателей

Наименование характеристики	ПВВД 1250-145/10	ПВВД 500-43/10
Мощность, потребляемая на валу двигателя	1050 кВт	350 кВт
Ток	1150 А	800 А
Напряжение	660 В	660 В
Частота	50 Гц	50 Гц
Частота вращения ротора	2950 об/мин	2950 об/мин
Эффективность	98%	98%

Таблица 5. Параметры промышленных вентиляторов высокого давления

Наименование характеристики	Большой кольцевой контур ВВД1250 – 3 шт.	Малый кольцевой контур ВВД1250 – 1шт., ВВД500 – 1 шт.
Производительность	8500 м ³ /ч	2500 м ³ /ч
Рабочее давление	10 МПа	10 МПа
Размеры	2000x1800x1500 мм	1500x1500x1300 мм
Вес	16 тонн	12 тонн
Мощность	1,25 МВт	500 кВт

Рис. 4. 3Д-модель электродвигателя и ПВВД



Реализуемые требования к электродвигателям и ПВВД:

- Работа в среде природного газа при давлении в корпусе 10 МПа;
- Встроенная жидкостная система охлаждения;
- Ввод мощности 1,25 МВт в корпус электродвигателя, заполненный природным газом при давлении 10 МПа;
- Работа подшипниковых узлов в среде природного газа при давлении 10 МПа, в течении всего срока эксплуатации без смазки.

Особенность системы охлаждения ГИС СПУ ПГ-018

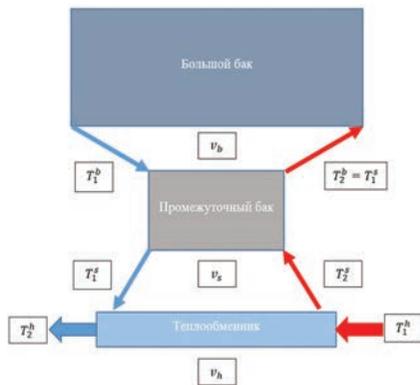


Рис. 5. Функциональная схема системы охлаждения

В системе используются 2 чиллера, мощностью по 300 кВт, и один резервный. Система охлаждения установки обеспечивает стабильность поддержания температуры с точностью $\pm 0,5$ градусов и низкое энергопотребление (600 кВт) при большой тепловой мощности охлаждения (до 7,2 МВт) за счет применения аккумулятора холода объемом 1000 м³.

Поддержание температуры газа во время измерения за счет применения многоконтурной схемы с автоматическим регулированием перетока охлаждающей жидкости между контурами.

Компенсаторы длины ГИС СПУ ПГ-018

Компенсаторы длины с максимальным рабочим ходом 270 мм и рабочим давлением 10 МПа впервые разработаны и произведены в России.

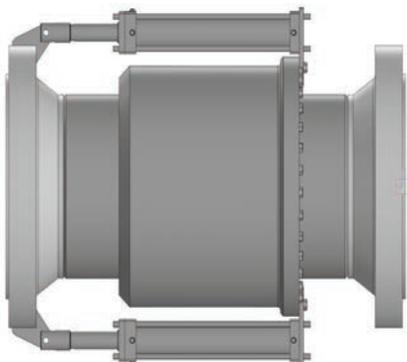


Рис. 6. 3D-модель компенсаторов длины

Уникальность эталонного оборудования

Передача единицы измерения объема природного газа осуществляется от Государственного первичного специального эталона (ГПСЭ), в котором создан активный поршневой газовый пружер с 4-мя цилиндрами и возможностью поочередного отключения.

В качестве рабочих эталонов используются турбинные счетчики с повышенными требованиями точности (не хуже 0,2%). Контроль метрологических характеристик рабочих эталонов в процессе эксплуатации осуществляется ультразвуковыми расходомерами Turbo Flow UFG специальной конструкции с повторяемостью 0,1%, производства ООО НПО «Турбулентность-ДОН».

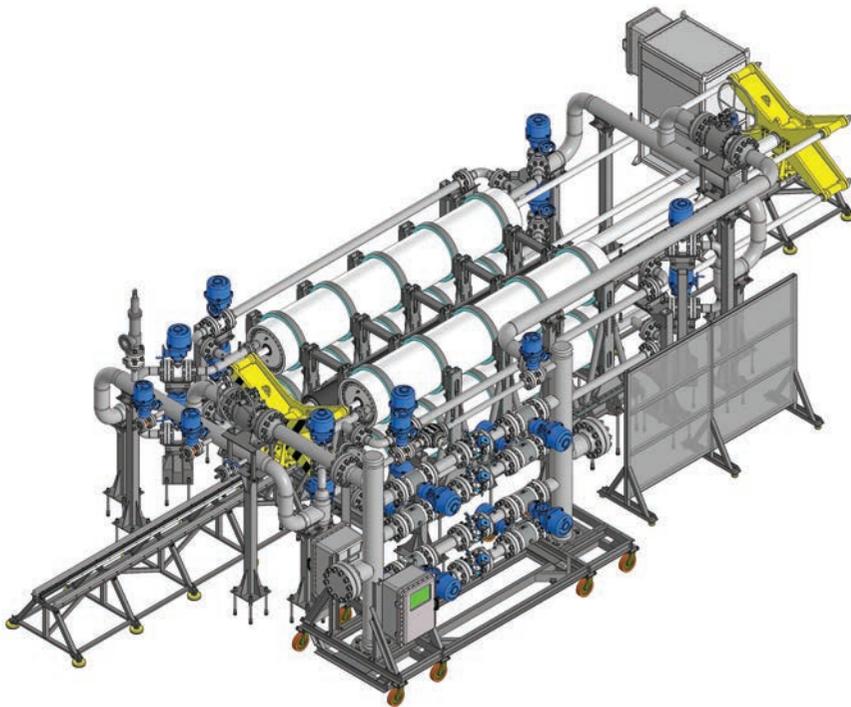


Рис. 7. 3D-модель Государственного первичного специального эталона (ГПСЭ)



Рис. 8. Расходомеры Turbo Flow UFG с повторяемостью 0,1% (Dn400, Dn250, Dn100)





*Рис. 8. Этап сборки
большого кольцевого контура*

Решения, применяемые в автоматизированной системе управления технологическим процессом:

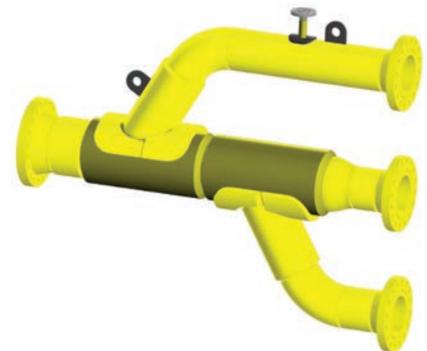
- Высокотехнологичная российская программная система для автоматизации технологических процессов (АСУ ТП) SCADA TRACE MODE;
- «Технология единой линии программирования» – возможность разработки всех модулей АСУ при помощи одного инструмента;
- Технология единой линии программирования позволяет в рамках одного проекта создавать средства человеко-машинного интерфейса, программировать промышленные контроллеры;
- TRACE MODE работает под Windows и Linux;
- Адаптивный ПИД-регулятор (изменения параметров ПИД-регулятора в реальном времени).

Уникальность технологической схемы

Конструкция установки выполнена с целью обеспечения минимальных искажений структуры потока за счет применения Y-образных тройников с плавным разделением/слиянием потоков. 23 уникальных трубных элемента индивидуальной конструкции применены в ГИС СПУ ПГ-018.



*Рис. 9. Малое кольцо.
Раструб DN300 – 2 DN250 подача от
раструба на эталонные линии DN250*



*Рис. 10. Малое кольцо.
Раструб DN400 – 3 DN30*

Результатом реализации проекта станет развитие отечественной системы стандартизации, гармонизированной с требованиями международных стандартов – она обеспечит необходимые требования к системе измерения и решение целого ряда задач, укрепит энергетическую безопасность страны.

Создание Государственного первичного специального эталона в Российской Федерации позволит создать высокий уровень точности результатов измерений объема природного газа, усилит позиции отечественного топливно-энергетического комплекса на внешних рынках в вопросах обеспечения единства измерений расхода природного газа, а также сократит для отечественных компаний затраты на поверку и калибровку расходомеров, расширит компетенции российских производителей и создаст конкуренцию зарубежным поставщикам.