

## «КОМПРЕССОРЫ И ИХ СИСТЕМЫ». ИТОГИ КОНФЕРЕНЦИИ

И. Ивкович-Кихич, М. Рид, Ш. Рэйн, А. Ковачевич

City, University of London, Великобритания, EC1V 0NB,  
Нортгемптон-сквер, г. Лондон

Перевод с английского

М. А. Федорова

Омский государственный технический университет,  
Россия, 644050, г. Омск, пр. Мира, 11

В статье представлен обзорный отчет о работе 12-й Международной конференции «Компрессоры и их системы», которая проходила в гибридном формате с 6 по 8 сентября 2022 года в City, University of London, Великобритания. На этом престижном научно-образовательном форуме в рамках пленарного заседания прозвучали доклады мировых экспертов в области компрессорной техники и проблем декарбонизации, на нескольких технических и панельных сессиях были представлены презентации по таким темам, как винтовые, спиральные, пластинчатые и поршневые компрессоры; компрессорные системы и их системы диагностики и управления; турбомашин; математическое моделирование и оптимизация компрессоров, детандеров и их систем. Кроме этого, в рамках конференции был проведен традиционный краткий обучающий курс и Форум по CFD (газодинамическим расчетам) в роторных объемных машинах. Вводная сессия была посвящена основам реализации CFD с использованием метода конечных объемов; после этого были представлены новые исследования в области CFD в роторных объемных машинах, в том числе на базе таких решателей, как ANSYS Forte и OpenFOAM. Комплексный подход к моделированию, как, например, SCORG и GT-Suite, также привлек особое внимание участников. Представлена информация о следующей конференции «Компрессоры и их системы», которая состоится в 2023 году.

**Ключевые слова:** компрессоры и компрессорные системы, конструкции, рабочие процессы, системы диагностики и управления, математическое моделирование, CFD, конференция.

### Предисловие

Серия Международных конференций «Компрессоры и их системы» началась в 1999 году в результате консультаций с промышленными предприятиями и осознания необходимости академического сотрудничества. В то время конференция была организована Fluid Machinery Group и Институтом инженеров-механиков (IMechE). С 2009 года Центр компрессорных технологий City, University of London взял на себя организацию мероприятия, и в настоящее время конференция является одним из основных событий, проходящих раз в два года в Великобритании, став всемирно известной благодаря своей роли в промышленности и научном сообществе для обсуждения широкого круга актуальных вопросов, связанных с компрессорами и системами сжатия. IMechE остается давним партнером наряду с Международным институтом холодильной техники (IIR) и Институтом холодильной техники (IOR). В этом году конференция была также поддержана MTA и Machines.

У конференции три комитета:

1. Организационный комитет.
2. Комитет по международным связям.
3. Программный и научный комитет.

Конференцию возглавляет профессор Ахмед Ковачевич, за руководство и организацию отвечает организационный комитет, в состав которого входят сотрудники Центра компрессорных технологий, команда организации мероприятий City, University of London, высокопоставленные представители партнерских институтов и представители Платиновых и Золотых спонсоров.

Комитет по международным связям представляет собой консорциум выдающихся представителей промышленности и научных кругов, которые в основном консультируют организационный комитет по тенденциям и темам в компрессорной промышленности, которые могут представлять интерес для делегатов конференции. Они также продвигают конференцию в разных частях света.

Программный и научный комитет, возглавляемый доктором Мэтью Ридом, является неотъемлемой частью конференции. Его функция состоит в том, чтобы обеспечить безупречную программу и высочайшее качество научных работ, представленных на конференции.

С 2012 года основной конференции предшествует двухдневный краткий курс и Форум по CFD (газодинамическим расчетам) в роторных объемных машинах под руководством доктора Шама Рейна.

## Резюме

12-я конференция проходила в гибридном формате с 6 по 8 сентября в City, University of London, Великобритания, на платформе онлайн-конференций Gather Town. В нем приняли участие более 190 зарегистрированных делегатов со всего мира, представляющих различные направления.

Президент университета профессор Энтони Финкельштейн открыл конференцию 6 сентября и приветствовал делегатов, подчеркнув значимость конференции для компрессорной промышленности и общего стратегического плана университета. Цели конференции состояли в том, чтобы предоставить платформу ученым, студентам и специалистам, интересующимся компрессорами и смежными областями, для обмена текущими исследованиями, разработки новых идей и обмена передовым опытом.

Конференция достигла этих целей благодаря пленарным докладам и ряду технических параллельных сессий, а также панельным сессиям. Тон конференции был задан ключевыми докладами пяти мировых экспертов: в первый день проф. Ян М. Арбон рассказал об «Устойчивом развитии и компрессорной промышленности». Во второй день профессор Энди Пирсон выступил с докладом «Проблемы компрессоров в области применения тепловых насосов», за которым последовал доклад «Тепловой насос и его роль в достижении цели нейтрализации выбросов углерода», с которым выступил профессор Жучжу Ван. В заключительный день конференции Уильям Джеймс Миллиган выступил с докладом на тему «Компрессоры и промышленная цифровизация».

Доктор Коллин Браун закрыл конференцию мотивирующей речью на тему «Инженерное дело и общество».

На конференции было проведено четыре потока параллельных технических сессий с презентациями по следующим темам:

- Винтовые компрессоры
- Спиральные компрессоры
- Пластинчатые компрессоры
- Компрессорные системы
- Поршневые компрессоры и клапаны
- Измерения и контрольно-измерительные приборы, управление системами
- Новые компрессоры и области применения
- Турбомашины
- Моделирование
- Оптимизация компрессоров, детандеров и систем

Делегаты конференции также имели возможность во время перерывов пообщаться на виртуальной площадке Gather Town и поделиться опытом.

Организационный комитет конференции благодарен за поддержку, оказанную нашими партнерами для проведения конференции 2021 года, и за финансовую помощь, оказанную нашими спонсорами — компаниями Holroyd and Howden (Холройд и Хауден, платиновый спонсор), Fetu (золотой спонсор), серебряными спонсорами Gama Technologies и PDM Analysis, Megger (спонсор социальных мероприятий и призов) и Jaecklin за поддержку конференции и предоставление медицинских масок.

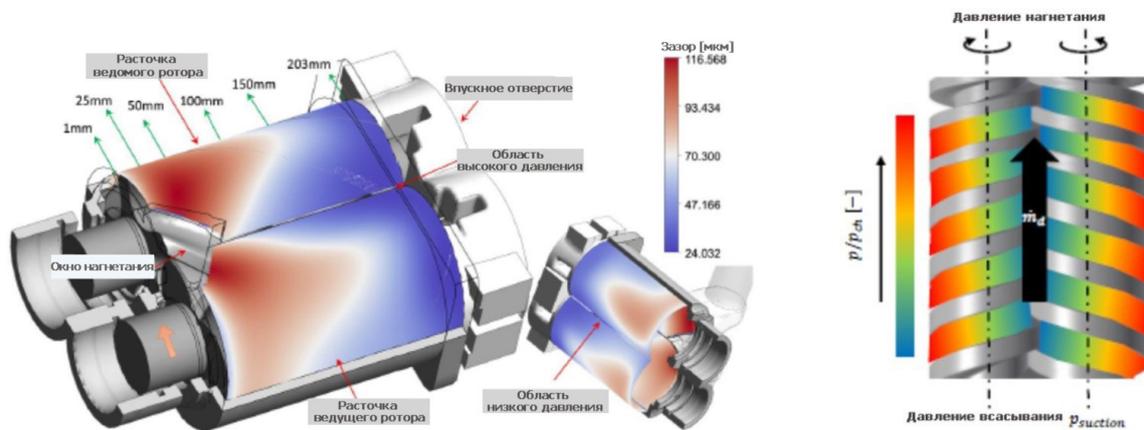


Рис. 1. Тепловое влияние на зазор и распределение давления вакуумного насоса  
Fig. 1. Thermal influence on gap clearance, and vacuum pump pressure distribution

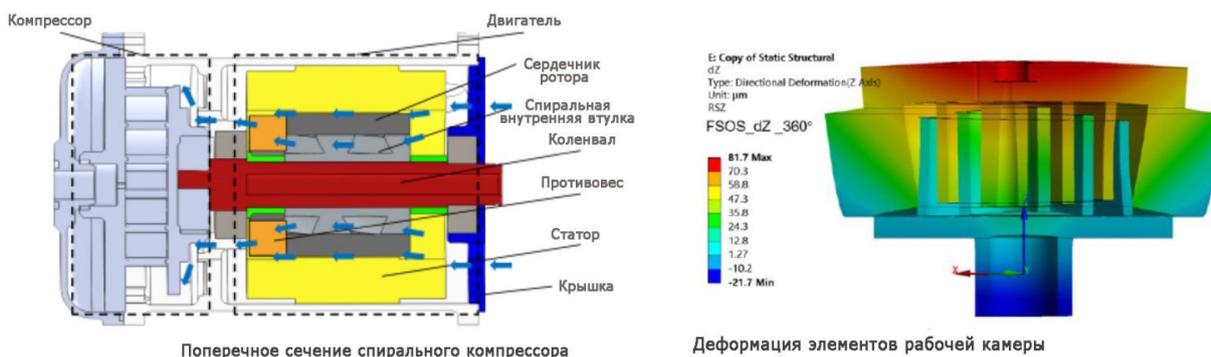


Рис. 2. Охлаждение двигателя с всасывающим потоком и вычислительный анализ деформации ротора  
Fig. 2. Suction flow motor cooling, and computational analysis of rotor deformation

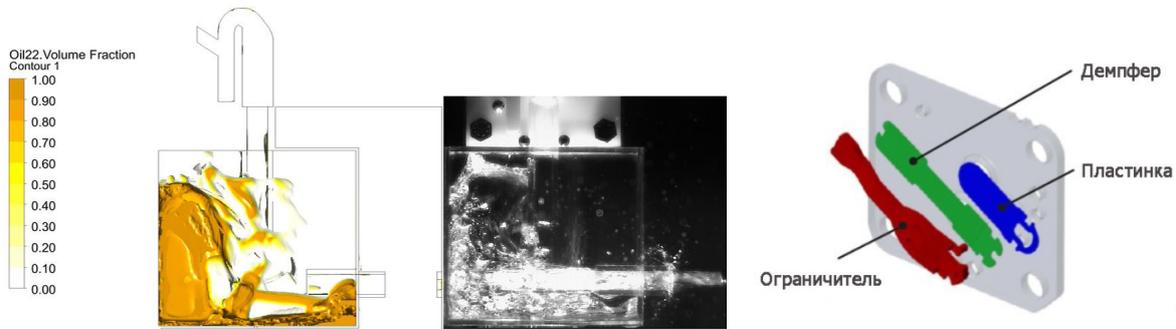


Рис. 3. Анализ засорения жидкости и конструкция выпускного клапана с принудительным приводом  
 Fig. 3. Liquid slugging analysis, and force assisted discharge valve design

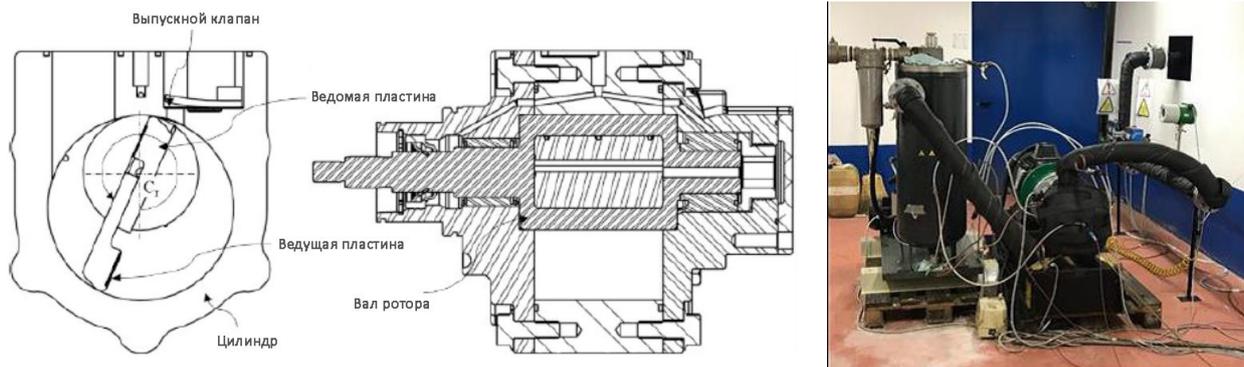


Рис. 4. Схема двухлопастного компрессора и экспериментальный паровой расширитель  
 Fig. 4. Couple vane compressor schematic, and experimental steam expander

Материалы 12-й конференции опубликованы онлайн Институтом физики **Institute of Physics (IOP) Conference Series: Materials Science and Engineering**, Том 1180. Это журнал открытого доступа. Авторские права сохраняются за авторами или их работодателями.

В этом году на конференции было принято 69 технических докладов для презентации на 12 сессиях в ходе конференции, из них 64 работы были опубликованы в серии конференций Института физики (IOP) «Материаловедение и инженерия». Всего было представлено 19 студенческих работ.

### Техническая программа

#### Винтовые компрессоры

Эта тема была рассмотрена в ходе двух сессий. Темы включали подходы к моделированию производительности, анализ сопряженной теплопередачи, методы профилирования ротора, влияние покрытия ротора на зазоры и впрыск жидкости для интенсивного охлаждения в процессе сжатия. Также была представлена лучшая студенческая работа, посвященная анализу винтовых вакуумных насосов (рис. 1).

#### Спиральные компрессоры

Представленные темы включали охлаждение агрегата с помощью всасывающего потока, масштабирование и оптимизацию геометрии ротора, анализ деформации ротора и применение вычислительной гидродинамики с открытым исходным кодом (рис. 2).

#### Поршневые компрессоры и клапаны

Были представлены доклады, посвященные анализу производительности длинноходовых ступеней компрессора и моделированию засорения жидко-

сти во всасывающем глушителе герметичного компрессора. В ряде презентаций рассматривались аспекты проектирования и эксплуатации клапанов, в том числе деформация клапана, конструкция выпускного клапана с усилением, испытания на усталость язычкового клапана и взаимодействие динамической жидкости и конструкции клапана (рис. 3).

#### Пластинчатые компрессоры

Темы включали создание сетки для CFD (газодинамическим расчетам) и ее применение для оценки потоков утечек, а также 2D-анализ и оптимизацию двухлопастного компрессора. Также обсуждалось экспериментальное тестирование расширителя с четырьмя пересекающимися лопастями и расширителя со скользящими лопастями для применения с паром (рис. 4).

#### Турбомашины

Эта сессия включала презентации по характеристике коэффициента загрузки промышленного центробежного компрессора, принципам и применению методов моделирования компрессоров, диффузоров и обратных каналов, а также конструкции турбокомпрессора для тепловых насосов с водяным хладагентом.

#### Другие компрессоры

Также обсуждался и ряд других конструкций компрессоров, были представлены презентации, посвященные оптимизации конструкции и тестированию нового FETU для приложений HVACR, разработке нового перистальтического компрессора, предлагаемой процедуре проектирования винтовых компрессоров с внутренним приводом, исследованию кинематики роторного компрессора типа Schukey и усовершенствованию конструкции компрессоров с сегментными подшипниками (рис. 5).

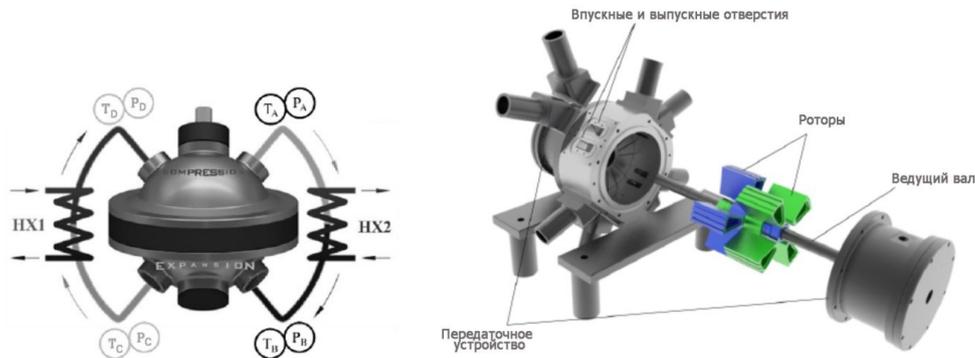


Рис. 5. Конструкция компрессора типа Shukey  
Fig. 5. FeTu 'componder' configuration, and Shukey-type compressor design

### Измерения, контрольно-измерительные приборы и управление системами

Был представлен ряд тем, включая экспериментальное исследование спирального компрессора на полностью автоматизированном испытательном стенде компрессора, базовое тестирование охладителя водяного охлаждения с переменной скоростью, экспериментальную установку для измерения скорости и температурного поля в потоках утечки, использование методов лазерной диагностики для измерения расхода во всасывающем отверстии винтового компрессора и методы диагностики неисправностей и раннего предупреждения о поршневых компрессорах.

### Компрессорные и расширительные системы

Широкий спектр презентаций охватывал различные аспекты работы и производительности системы и включал ограничения производительности системы тепловых насосов для жилых помещений с переменной скоростью, производительность воздушного охладителя в холодильных установках, стратегии модуляции мощности HVAC с акцентом на сезонную производительность и снижение шума компрессора путем настройки уровня масла.

### Доклады представителей промышленности и панельные дискуссии

На 12-й Международной конференции по компрессорам и их системам были представлены два отраслевых доклада и две панельные дискуссии.

В первой панельной дискуссии приняли участие три докладчика: проф. Роберт Чиполлоне, проф. Ахмед Ковачевич и проф. Стивен О'Коннор, обсуждавшие вопросы устойчивого развития компрессорной промышленности. Темой второй панельной дискуссии была «Энергетическая устойчивость — Тепловые насосы и кондиционирование воздуха», с докладами различных докладчиков: проф. Винсент Леморт, доктор Бин Ху и Джон Брем.

Две сессии были посвящены отраслевым дискуссиям, первая из которых была посвящена теме материалов и смазки, с двумя докладами Силены Тан о «Повышении производительности компрессора с помощью VICREXTM PEEK polymer» и Джозефа А. Карназа о «Смазочных материалах для альтернативных хладагентов». На отраслевых сессиях второго потока был представлен замечательный доклад проф. Криса Холмса, а Джек Солс провел плодотворную дискуссию на тему «Совершенствование роторов винтовых компрессоров — сотрудничество инженеров-производителей и конструкторов».

### Спонсоры и участники выставки

Помимо организованной спонсорской комнаты в Gather Town, где спонсоры и участники выставки разместили свои рекламные материалы и предоставили специальное пространство для установления прямого контакта с аудиторией, в этом году на конференции было проведено три сессии, посвященные презентациям спонсоров, что дало возможность для дальнейших презентаций тем, выбранных спонсорами.

### Постерная сессия

В специальном виртуальном зале Gather Town была также организована постерная сессия, на которой были представлены исследования Исследовательского центра терможидкостей Лондонского городского университета, а также постеры внешних участников. Экспозиция из 13 исследовательских плакатов отражала различные национальные и международные проекты в широком спектре инженерных отраслей.

### Демонстрация SCORG и GT-SUITE

Компании PDM analysis и Gamma Technologies совместно организовали демонстрацию программного обеспечения для моделирования SCORG и GT-Suite и их интеграции с упором на новые функции, включая оптимизацию винтовых компрессоров.

### 5-й Краткий курс и форум «CFD в роторных объемных машинах»

С 2013 г. Центр компрессорных технологий City, University of London организует очень успешные форумы / краткие курсы по CFD в объемных машинах (PDM). Пятый краткий курс и форум состоялись в этом году после конференции, 9–10 сентября 2021 года в City, University of London, на онлайн-платформе Gather Town. Присутствовал 51 слушатель из девяти стран, и на курсе выступали 12 лекторов: 10 из академических кругов и два представителя промышленности. Это пятое подряд мероприятие было посвящено новым методам и передовым темам в области применения моделей камер, 3D CFD и экспериментальным методам в PDM, таким как:

- Достижения в области генерации сеток, инструментов CFD, решателей CFD с открытым исходным кодом и новых методов машинного анализа PD.
- Применимость новых методов CFD, таких как решетчатые методы Больцмана, гидродинамика сглаженных частиц, алгоритмы без сетки.

- Моделирование потоков утечки, сопряженной теплопередачи, стабильности и точности расчетов многофазных потоков.
- Прогнозирование размеров зазора в процессе эксплуатации и применение современных вычислительных FSI.
- Достижения в области моделирования камер и гибридных подходов, связанных с 1D–3D CFD.
- Экспериментальные методы анализа PDM.

Эти темы сопровождалась результатами испытаний двухшродного компрессора с сухим воздухом и впрыском масла, предоставленных Центром компрессорной технологии, данными испытаний одношнекового расширителя, предоставленных Purdue University, и данными испытаний лопастного расширителя ORC, предоставленных University of L'Aquila. Докладчики на курсе использовали эти тестовые примеры для демонстрации новых методов CFD и подтверждения своих выводов.

Из-за различий в часовых поясах все участники были разделены на три группы: Группа А — 4:00 утра по британскому времени, Группа В — 8:00 утра по британскому времени и группа С — 16:00 по британскому времени. Вводная сессия в первый день конференции была посвящена основам реализации CFD с использованием метода конечных объемов, специально предназначенного для перемещения, деформации доменов и связанных с ними функций решателя. После этого в течение этих двух дней курса были представлены новые исследования в области CFD в роторных объемных

машинах. Такие темы, как полный 3D-анализ переходных процессов одновинтовых машин, спиральных машин, количественное сравнение результатов CFD с данными испытаний, двунаправленная система связи для изменения зазора, сопряженная теплопередача, новые решатели, такие как ANSYS Forte, OpenFOAM, Одностороннее взаимодействие структуры жидкости и новые методы генерации сетки, алгебраическая и дифференциальная генерация сетки, моделирование многофазного потока, были примерами значительных достижений в технологии. Комплексный подход к моделированию, как, например, SCORG и GT-Suite, для повышения надежности термодинамического решения и решения для потока жидкости из моделей камерного типа также привлек особое внимание. Разнообразие представленных роторных объемных машин варьировалось от обычных двухшнековых компрессоров до лопастных машин, одновинтовых машин, спиральных машин, а также некоторых нетрадиционных машин, таких как машины с переменным ходом и переменным профилем или конические роторные машины.

Во второй день были проведены форумы и панельные дискуссии. Группы А, В и С были объединены для взаимодействия на онлайн-форуме.

Некоторые исследования, представленные на предыдущих кратких курсах, отражены в специальном выпуске журнала Designs «Моделирование, анализ и проектирование машин с принудительным перемещением», опубликованном MDPI.



URL: <https://citycompressorsconference.london/wp-content/uploads/Post-Conference-report-2021.pdf>.

Ссылка на полный текст статьи: <https://citycompressorsconference.london/wp-content/uploads/Post-Conference-report-2021.pdf>

#### Для цитирования

Ivkovic-Kihic I., Read M., Rane Sh., Kovacevic A. «Компрессоры и их системы». Итоги конференции = Compressors and their systems. Post conference report / пер. с англ. М. А. Федоровой // Омский научный вестник. Сер. Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. 2022. Т. 6, № 1. С. 86–91. DOI: 10.25206/2588-0373-2022-6-1-86-91.

Статья поступила в редакцию 20.01.2022 г.

© И. Ивкович-Кихич, М. Рид, Ш. Рэйн, А. Ковачевич

Сведения о переводчике

**ФЕДОРОВА Мария Александровна**, кандидат филологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Иностранные языки» Омского государственного технического университета, г. Омск.

SPIN-код: 5636-7474

AuthorID (РИНЦ): 636900

ORCID: 0000-0002-0899-6303

AuthorID (SCOPUS): 57193409850

ResearcherID: D-7718-2014

Источник перевода: Ivkovic-Kihic I., Read M., Rane Sh., Kovacevic A. Compressors and their systems. Post conference report // 12th International Conference on Compressors and their Systems. Post conference report.

## COMPRESSORS AND THEIR SYSTEMS. POST CONFERENCE REPORT

I. Ivkovic-Kihic, M. Read, Sh. Rane, A. Kovacevic

City, University of London, United Kingdom, EC1V 0HB,  
Northampton Square, London

Translated from English

**M. A. Fedorova**

Omsk State Technical University,  
Russia, Omsk, Mira Ave., 11, 644050

The article presents an overview report of the 12th International Conference on Compressors and their systems which was held in a hybrid format from September 6 to 8, 2022 in the City, University of London, UK. At this prestigious scientific and educational forum, within the framework of the plenary session, world experts made reports in the field of compressor technology and de-carbonization, as well as presentations at several technical and panel sessions on such topics as screw, scroll, vane and piston compressors; compressor systems and their diagnostic and control systems; turbo-machines; mathematical modeling and optimization of compressors, expanders and their systems. In addition, within the framework of the conference, a traditional short training course and a Forum on CFD (gas dynamic calculations) in rotary positive displacement machines were held. The introductory session was devoted to the basics of CFD implementation using the finite volume method. New studies in the field of CFD in rotary volumetric machines were presented, including those based on such programmes as ANSYS Forte and OpenFOAM. Complex modeling approaches, such as SCORG and GT-Suite, also attracted the attention of participants. Information about the next conference on Compressors and their systems, which will be held in 2023, is presented.

**Keywords:** compressors and their systems, designs, workflows, diagnostics and control systems, mathematical modeling, CFD, conference.

ResearcherID: D-7718-2014  
Correspondence address: sidorova\_ma79@mail.ru

### For citations

### About the translator

**FEDOROVA Maria Aleksandrovna**, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of Foreign Languages Department, Omsk State Technical University, Omsk.

SPIN-code: 5636-7474

AuthorID (RSCI): 636900

ORCID: 0000-0002-0899-6303

AuthorID (SCOPUS): 57193409850

Ivkovic-Kihic I., Read M., Rane Sh., Kovacevic A. Compressors and their systems. Post conference report / trans. from Engl. M. A. Fedorova // Omsk Scientific Bulletin. Series Aviation-Rocket and Power Engineering. 2022. Vol. 6, no. 1. P. 86–91. DOI: 10.25206/2588-0373-2022-6-1-86-91.

Received January 20, 2022.

© I. Ivkovic-Kihic, M. Read, Sh. Rane, A. Kovacevic