

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2016

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

RESEARCH TO FIND THE OPTIMAL DESIGN OF GAS TURBINES IN THE VIRTUAL-INTERACTIVE MODEL TO INCREASE EFFICIENCY

A. M. Tatenov, I. V. Osipov

Eurasian technologies university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: tatenov_adambek@mail.ru

Keywords: virtual-interactive model, gas turbine units (GTU), efficiency (efficiency), gaseous (GOV), the impact of the law of circulation, the diffuser.

Abstract. The results of the study virtual- interactive model of gas turbine, in order to find the optimal variant of the blade design for a possible increase in gas turbines. To calculate the accelerating nozzles between the blades , used the theory of the impact law of circulation L. A. Vulis and configurations are possible in the accelerating nozzles GOV subsonic velocity.

УДК 602.3.665.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК НА ВИРТУАЛЬНО-ИНТЕРАКТИВНОЙ МОДЕЛИ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ КПД

А. М. Татенов, И. В. Осипов

Евразийский технологический университет, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: виртуально-интерактивная модель ,газотурбинные установки (ГТУ), КПД (коэффициент полезного действия), газообразное вещество (ГОВ), закон обращения воздействия, диффузор.

Аннотация. В статье приведены результаты исследования виртуально-интерактивной модели ГТУ, для нахождения оптимального варианта конструкции лопастей для возможного увеличения ГТУ. Для расчета ускоряющего сопла между лопастями, использована теория обращения воздействия Л.А. Вулиса, и приведены возможные конфигурации ускоряющих сопел в дозвуковом скорости потока ГОВ.

Введение. Создание виртуально-интерактивной модели газотурбинной установки с изменяющейся конструкцией и измерительных приборов к ней, и на их основе проведение исследований по увеличению к.п.д. установки. Достижение виртуально-интерактивных исследований свойств газотурбинной установки позволит получить новую конструкцию установки, значительно более эффективную по сравнению со всеми существующими газотурбинными установками.

Применение интерактивных моделей для исследования и выбора параметров процессов для практического построения методов и устройств позволяет значительно сократить сроки и качество перехода к построению практических установок. Запланированные работы позволят получить основные параметры и рекомендации нефтедобытчикам, а также конструкторам по проектированию газотурбинной установки с увеличением КПД.

Исследования прикладных задач науки на виртуально-мультимедийной, интерактивной модели на компьютере в литературе не встречаются.

Впервые ставится вопрос исследования на виртуально-интерактивной модели прикладных задач науки на компьютере.

В перспективе ,на основе результатов исследований, методы виртуально-мультимедийной интерактивной технологий исследования других инженерных прикладных задач в тандеме:

Программист + научный исследователь области применения могут расширяться до получения моделей теоретических задач науки. Создание композиционной виртуально-мультимедийной ,интерактивной модели дает возможность расширения рассматриваемой задачи за счет дополнительных опций. Большинство дополнительных опций поддерживаются композиционным симулятором ECLIPSEиUnityPro.

Математические расчеты КПД газотурбинных установок 2-х ступенчатых отражателей набегающего потока газа, учет в виртуальной модели результатов расчета. Построить виртуально-интерактивную модель одноступенчатой газотурбинной установки, (ГТУ) с обдувом газового потока, с учетом проведения измерения скорости потока газа до соударения с лопастями ГТУ и измерение скорости потока газа после соударения с лопастями ГТУ [2, 29], т.е. отраженного от лопастей потока газа. Если, измеренная скорость газового потока равна V_n , то расчетная оптимальная окружная скорость движения турбины равна:

$$V_{nm} = \frac{V_n}{2} \quad (1)$$

Таким образом, наиболее максимальное использование мощности газообразного вещества ГОВ (ГОВ - может быть пар, продукты сгорания горючей смеси, или сжатый воздух и другие газообразные смеси используемые как рабочие тела) возможно при окружной скорости турбины равной половине скорости потока ГОВ и равно:

$$P_{\text{мсп.макс}} = pSV_n^3 / 4 \quad (2)$$

Эта мощность распространяется на турбины, не использующие отраженную скорость газообразного вещества(ГОВ), то есть для 1-й ступени.

2-ая ступень ГТУ.

Для использования отраженной скорости ГОВнеобходимо усложнить конструкцию турбины таким образом, чтобы оптимальная окружная скорость лопастей следующей-2-ой ступени турбины соответствовало отраженной скорости, от 1-ой ступени, в виде:

$$V_{2\text{см.мур.}} = V_{1\text{отр.}} / 2 = V_n - V_{nm} / 2 \quad (3)$$

С учетом того, что отраженная скорость ГОВ при оптимальной окружной скорости первой ступени турбины равна половине скорости при выходе его из сопла, окружная скорость последующей 2-ой ступени $V_{2\text{см.мур.}}$ должна равняться половине отраженной от предыдущей ступени скорости ГОВ $V_{1\text{отр.}}$.

Тогда мощность, развиваемая на второй ступени:

$$P_{2\text{см.мур.}} = \rho SV_n(V_n - V_{nm} - V_{2\text{см.мур.}})V_{2\text{см.мур.}} \quad (4)$$

Подставив выражение (1) и (3) в выражение (4), получаем:

$$P_{2\text{см.мур.макс}} = pSV_n^3 / 16 \quad (5)$$

Проделав такой расчет мощности следующей третьей ступени, получим следующее:

$$P_{3\text{см.мур.макс}} = pSV_n^3 / 64 \quad (6)$$

Суммарная мощность равна сумме мощностей 1-й, 2-й и 3-й ступеней:

$$P_{\text{сум}} = P_{1\text{ст.мсп.макс}} + P_{2\text{ст.тур.макс}} + P_{3\text{ст.тур.макс}} \quad (7)$$

1. КПД (коэффициент полезного действия) лопастей газотурбины на 1-й ступени без использования отражений равна:

$$\eta = P_{1\text{ст.мсп.макс}} / P_{\text{общ.потока}} = (pSV_n^3 / 4) / (pSV_n^3 / 2) = 0,5 \cdot 100\% = 50\%$$

2. КПД лопастей газотурбины на 1-й ступени и 2-й ступеней равна:

$$\eta = (P_{1\text{ст.мп.макс}} + P_{2\text{ст.тур.макс}}) / P_{\text{общ.потока}} = ((pSV_n^3/4) + (pSV_n^3/16)) / (pSV_n^3/2) = 0,625 \cdot 100\% = 62,5\%,$$

таким образом, 2-я ступень в конструкции дает прибавку на КПД в 12,5%, что существенно целесообразно.

3. КПД лопастей газотурбины только на 3-й ступени дает прибавку лишь в 3%, так что в конструкцию предусматривать 3-ю ступень не целесообразно.

Расчет скорости потока газа через ускоряющее сопло Лавалья, расчет по закону обращения воздействия Л. А. Вулиса, и его рекомендации по конструкции ГТУ. При различных воздействиях на поток газа, как воздействия влияют на скорость газа, на температуру на давление, на плотность и др. полностью рассмотрены в закон обращения воздействия открытый Вулисом Л.А. в 1946 г. [3]. Под воздействием здесь понимается, если изменить геометрию сопла протекания газа, или изменять только массу потока газа, или изменять подвод наружного тепла, и т.д. и как они влияют на изменение скорости потока, давления, плотность, температуры. В формулах фигурируют такие воздействия: F - площадь сечения сопла, m - масса газа, $Q_{\text{жар}}$ - тепло подведенное снаружи, Z - работа газа или над газом, $Z_{\text{тр}}$ - работа сил трения. Мы получаем ряд уравнений для изменения скорости потока, давления, температуры плотности как :

$$\frac{dv}{v} (M^2 - 1) = \frac{dF}{F} \frac{dm}{m} \frac{dz}{a^2} \frac{v}{a^2} dz_{\text{тр}} - \frac{v-1}{a^2} dQ_{\text{нар}}$$

Это закон обращение воздействия для скорости, здесь M - число Маха; $M = \frac{v}{a}$ - скорость потока газа, a - скорость звука в газе $V = \frac{C_p}{C_v}$ - отношение теплоемкостей газа при постоянном давлении C_p и C_v - при постоянном объеме

Закон обращение воздействия для давления потока газа:

$$(M^2 - 1) \frac{dP}{P} = \frac{PV^2}{P} \left[\frac{dF}{F} \right] - \frac{dz}{v^2} - \left(\frac{1}{v^2} \left| \frac{v-1}{a^2} \right. \right) dz_{\text{тр}} - \frac{v-1}{a^2} dQ_{\text{нар}}$$

есть для изменений плотности, температуры. Но нас интересуют только Закон обращение воздействия для изменении скорости газового потока в зависимости от различных воздействий a .

В газотурбинной установке после после 1-ой ступени [1.2] отраженный от лопастей газ или пар попадает а неподвижной ступени, будут сопла Лавалья, как увеличится выходная скорость из сопел и попадая на лопасти 2-ой крутящейся ступени, насколько увеличат КПД. Поэтому мы в законе обращения воздействию будем рассматривать только геометрическое воздействие на изменение скорости потока, а остальные воздействия считаем равным нуля т.е. $dm=dz=dz_{\text{тр}}=dQ_{\text{нар}}=0$. Тогда из уравнения для скорости останется только:

$$(M^2 - 1) \frac{dv}{v} = \frac{dF}{F}$$

Более точнее если рассмотрены расчет течения в идеальном сопле Лавалья, там получим еще конкретнее зависимость изменения скорости от изменения площади сечения т.е.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{P_2 * V_2}{P_1 * V_1}, * \text{ или } \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1 * F_1}{P_2 * F_2},$$

в нашем случае $P=P_2=P$ const тогда

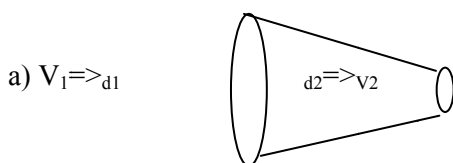
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{F_1}{F_2}; \rightarrow V_2 = V_1 * \frac{F_1}{F_2};$$

Если диаметр входного сопла равен 4 см = d_1 диаметр d_2 – выходного сопла равен 2 см = d_2 тогда в идеале должно быть:

$$V_2 = V_1 * \frac{d_1^2}{d_2^2} = V_1 \frac{16}{4} = 4V_1:$$

$V_2 = 4V_1 \rightarrow$ в реальности будет намного меньше чем 4 раза. Конфигурация сопла будет только диффузор т.е.

Закон сохранения энергии рекомендует сопло делать в виде диффузора т.е. воронки.



Геометрия сопла переходит в диффузор т.е. как воронка.

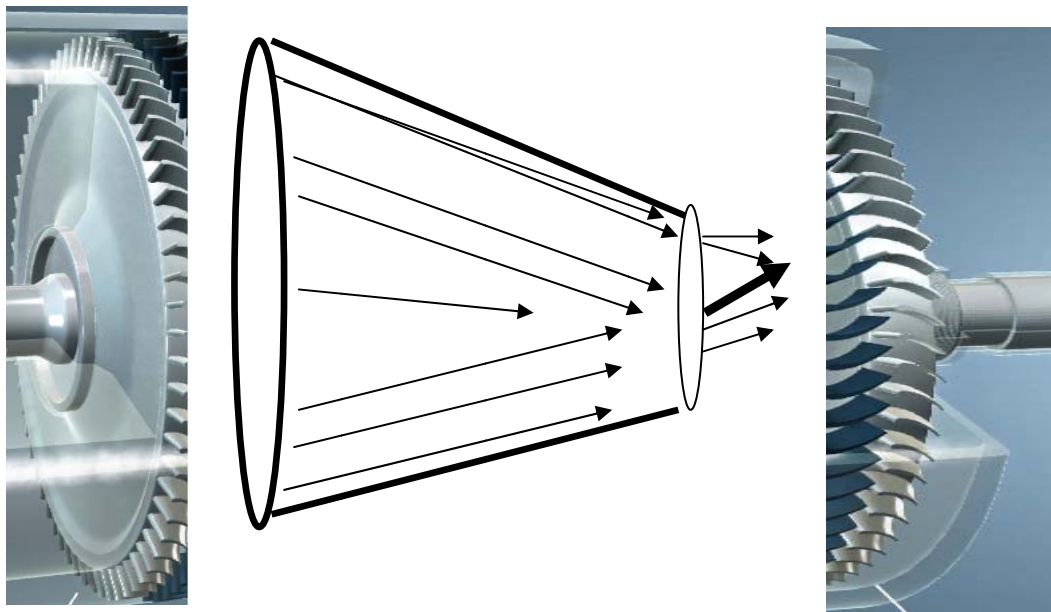


Рисунок 1 – Отраженный поток газа от 1-ой ступени ГТУ собирается в сопло – воронке, поток ускорится и направляется на 2-ую ступень ГТУ. КПД в среднем в пределах 67-70 %

На рисунке 1 вместо неподвижного отражателя и направляющего колеса, между рабочими колесами установлено диффузорносопловое устройство в виде воронки собирающее отраженный поток газа от лопастей 1-ой ступени.

Создание виртуально-интерактивной модели газотурбинных установок различной конструкции. На рисунке 2 показана модель двух рабочих колес сидящих на разных валах, и вращение происходит в противоположных направлениях, и каждое рабочее колесо автономно вращает свой электрогенератор. С правой стороны в увеличенном виде показаны лопасти где расположены тензодатчики, показывающие давление в н/м^2 в начале, середине и конце лопастей как в 1-ой ступени так и во 2-ой ступени.

Более распространенная конструкция, рисунок 3, когда на одном валу сидят два рабочих колеса 1 и 2-ая ступени, посередине неподвижное колесо, лопасти которого играют роль направляющего отражателя газового потока от

1-ой ступени на 2-ую ступень которое вращается также в одном направлении с 1-ой ступенью (с 1-ым рабочим колесом с лопастями).

Общее КПД 58-60 % в зависимости от скорости потока газа или газообразного вещества (ГОВ).

Скорость общего потока на виртуально-интерактивной модели регулируется желтой кнопкой, которая показана внизу рисунка 2 и 3.



Рисунок 2 – Конструкция 2-х ступенчатой газотурбинной установки, КПД от двух ступеней - 62,5%, на участках лопастей показаны измеренное давление динамического напора потока газа

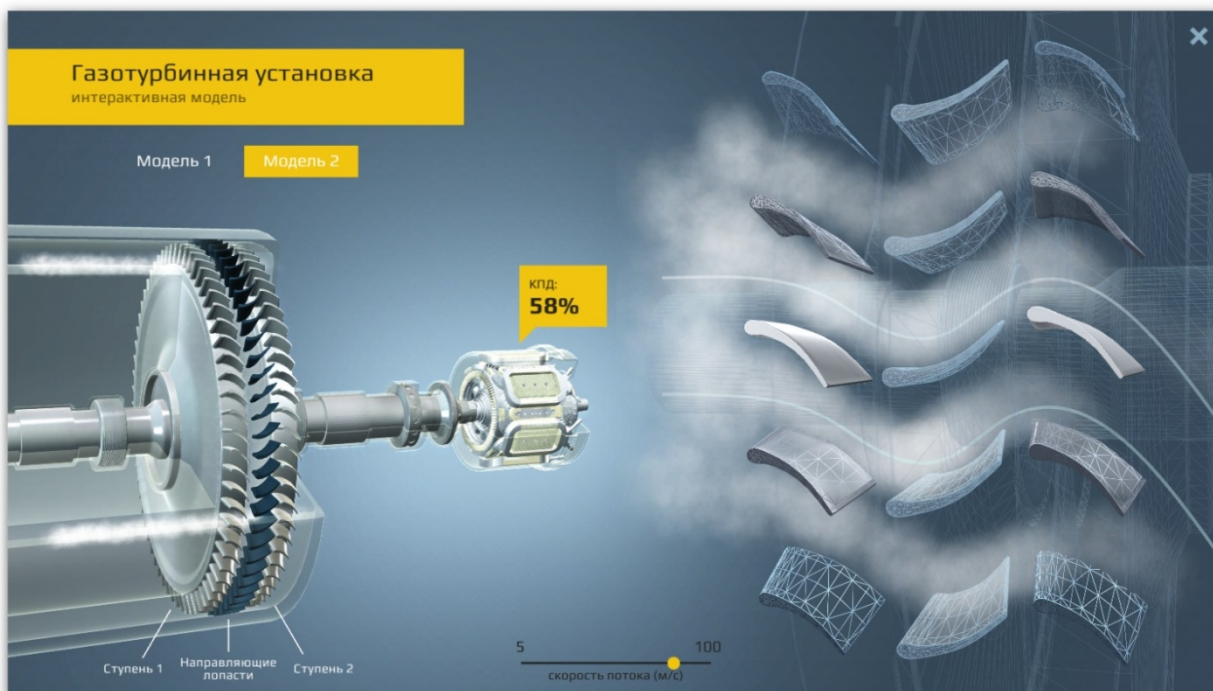


Рисунок 3 – Оптимальная конструкция с неподвижным направляюще-отражательным колесом между двумя вращающимися в одну сторону рабочими колесами .КПД - 58-60%

Заключение. Виртуально-интерактивная модель газотурбинной установки (ГТУ) полностью смоделировано на основе исследования математической модели ГТУ, математических расчетов КПД. ГТУ с 2-х ступенчатой конструкцией, расчета скорости потока газа через ускоряющее сопло Лавала, согласно закону обращения воздействия Л.А. Вулиса и после анализа выявлена конструкция направляющего отражателя.

Анализ математической модели 2-х и 4-х ступенчатых конструкций ГТУ проведен в работах [2, 4], а так же конструкцию направляющего отражателя предложена в работе [2] (патент на изобретение). В данной виртуально-интерактивной модели имеются 2 вида конструкций с измерителями давления на лопастях. На модели 1 показан мультимедийный макет одно и двух ступенчатых конструкций. На модели 2 показана конструкция, где на одном валу установлены движущиеся два рабочих колеса с лопастями, а между ними имеется неподвижное колесо с лопастями для приема отраженного от I-ой ступени газового потока и для направления газового потока во II-ую ступень ГТУ. Оба рабочих колеса вращаются в одну сторону. Общий коэффициент полезного действия в пределах 58-60%. В этой конструкции имеются потери энергии потока газа через неподвижныеотражатели потока.

Для исключения потерь, в конструкцию вводится ускоряющее сопло Лавалья, рассчитанный по Закону обращения воздействия [3], которое существенно увеличивает КПД, в пределах 67-70%.

На основании вышесказанных анализов рекомендуется изменить конструкцию ГТУ, где вместо неподвижных направляющих-отражателей и направляющих лопастей установить одно собирающее сопло в виде диффузора между двумя ступенями или множество малыхдиффузоров-сопел, расположенных по периметру неподвижного колеса. Сопло-диффузор в 1, 5-2 раза ускоряет поток, за счет этого возрастает КПД ГТУ, что видно из расчета сопла.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Татенов А.М. и др. Виртуально-интерактивные методы исследования увеличения нефтеотдачи пластов и конструкции газотурбин по увеличению энергоотдачи на основе информационных технологий: промежуточные отчеты по НИР/№0213РК02613. – Алматы, 2013. – С. 54-61.

[2] Мунсызбай Т.М. и др. Авторское свидетельство №21230 на изобретение «Паровая турбина». Приоритет от 29.04.2008 г.

[3] Вулис Л.А. Термодинамика газовых потоков. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1950. – С. 58-72.

[4] Мунсызбай Т.М., Дженалиев М.Т., Мунсузбаев М.Т. Об эффективном использовании энергии окружающей среды // Свидетельство о регистрации интеллектуальной собственности № 0802РК00016 от 19.09.2002.

REFERENCES

[1] Tatenov A.M. i dr. Virtual'no-interaktivnye metody issledovaniya uvelicheniya nefteotdachi plastov i konstrukcii gazoturbin po uvelicheniju jenergootdachi na osnove informacionnyh tehnologij: promezhutochnyj otchet po NIR/№0213RK02613. – Almaty, 2013. – S. 54-61.

[2] Munsyzbaj T.M. i dr. Avtorskoe svidetel'stvo №21230 na izobretenie «Parovaja turbina». Prioritet ot 29.04.2008 g.

[3] Vulis L.A. Termodinamika gazovyh potokov. – M.-L.: Gosjenergoizdat, 1950. – S. 58-72.

[4] Munsyzbaj T.M., Dzhenaliev M.T., Munsuzbaev M.T. Ob jeffektivnom ispol'zovanii jenerгии okruzhajushhej sredy // Svidetel'stvo o registracii intellektual'noj sobstvennosti № 0802RK00016 ot 19.09.2002.

ГАЗТУРБИНАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ПӘК-ІН ӨСІРУ МАҚСАТЫНДА, ІШКІҚҰРЫЛЫСЫН ВИРТУАЛДЫ-ИНТЕРАКТИВТІ МОДЕЛЬДЕ ӨЗГЕРТУ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

А. М. Татенов, И. В. Осипо

Еуразия технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК), газтурбиналық қондырғы (ГТК), турбина қалақшалары, Мах саны, ЛАВАЛЬ сопелосы әсер ету заңының қайтарылымы, диффузар, конфузар, тензоберуші виртуалды-интерактивті модель, кері қайтарғыш қалақша.

Аннотация. Мақалада газтурбиналық қондырғының қалақшалары соғылып кері қайтқан газ ағымының энергиясын кеңістікке босқа жібермей, басқа қалақша арқылы ұстап іске асыру. Осы мақсатта, газтурбинлық қондырғының құрылымын, әртүрде өзгерту арқылы зерттеу үшін компьютерде ГТК-ның виртуалды-интерактивті моделінде газ ағымы жылдамдықтарын өлшеу арқылы оптималды, конструкциясын табу және ПӘК-н максималды өскенін тандап алу. Кері қайтарғыш қалақша қондырғыларынан кейін Лаваль сопелосы және диффузар, орнату арқылы газ ағымын үдету Л. А. Вулистің «Әсер етудің кері қайтарылым» - заңын пайдалана отырып, есептеп, тиімді сопелосы таңду және конструкцияға енгізіп виртуалды өлшемдер алып, тиімділігін зерттеу қарастырылған.

Поступила 10.02.2016 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.02.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,0 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.