

А. И. БАБАЕВ, В. Н. ГОЛОЩАПОВ

ВЕРИФИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО КЛАПАНА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

АННОТАЦИЯ В статье представлены результаты численного исследования расходной характеристики регулирующего клапана части высокого давления турбины К-300-240 ПАО «Турбоатом». Рассмотрены поля газодинамических параметров в клапанном канале и получена величина приведенного расхода в зависимости от относительного подъема чаши клапана и относительного давления. Выполнено сопоставление полученных результатов расчетов с результатами соответствующих натурных экспериментов.

Ключевые слова: регулирующий клапан, парораспределение, коэффициент расхода, верификация.

A. I. BABAYEV, V. N. GOLOSHCHAPOV

VERIFICATION OF THE DATA OF NUMERICAL INVESTIGATIONS OF THE FLOW MOTION IN THE STEAM TURBINE CONTROL VALVE CHANNEL

ABSTRACT The improvement of the structure design of control valves using the contemporary methods of computational gas dynamics (CFD) requires the verification of used mathematical model, which is the top-priority problem. This scientific paper gives the comparison of the data of numerical investigation of the flow motion in the Venturi-type control valve in the high pressure section of the turbine K-300-240 with full-scale test data. A satisfactory agreement with experimental data with regard to the value of the reduced flow coefficient and the pressure distribution along the bypass of valve seat and valve cup has been shown. A relative error of the definition of reduced flow is within 10,2 % and for the average integral pressure distribution along the bypasses of valve seat and valve cup for all modes it is equal to 5 %. It has also been shown that the solution of problem in the axial symmetry statement gives an opportunity to significantly reduce the scope of computations, but it fails to provide an opportunity for taking into account in full the nonstationary effect of flow on actuated valve parts.

Key words: control valve, steam distribution, flow coefficient, and the verification.

Введение

Течение среды в проточных частях регулирующих клапанов характеризуется наличием сложной вихревой структуры [1–7]. Исходя из этого, традиционно гидродинамические характеристики регулирующей арматуры определяются в результате экспериментальных исследований натурных моделей на специальных стендах. Процесс реализации этих исследований является достаточно затратным по временным и материальным ресурсам.

На сегодняшний день альтернативой натурным исследованиям может являться численный эксперимент. Современное развитие вычислительной техники и численных методов расчета газовой динамики (CFD), в основе которых лежит решение осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса, дает возможность моделировать течения жидкостей в проточных частях различной конфигурации [5, 8–11].

Для замыкания исходной системы дифференциальных уравнений используют те или иные модели турбулентности, уравнения которых дополнены экспериментальными данными полученными на канонических моделях потока. При этом переход к задачам другого типа увеличивает вероятность возможной ошибки, что требует первоочередной верификации используемой математической модели [5, 8].

Цель работы

Цель данного исследования заключается в верификации математической модели расчета газодинамики регулирующих клапанов для последующего исследования их расходных и силовых характеристик.

Изложение основного материала

В качестве объекта исследования был выбран регулирующий клапан (РК) типа Вентури части высокого давления турбины К-300-240 ПАО «Турбоатом». Результаты его натурных испытаний на воздушном стенде завода представлены в [12].

Геометрическая модель проточной части исследуемого клапана представлена на рис. 1.

Конструктивные особенности РК:

- отсутствие тракта разгрузки;
 - односторонний подвод рабочего тела в паровую коробку;
 - наличие разделительного ребра на противоположной входному патрубку стороне паровой коробки;
 - клапанный канал образованный конусообразной чашей и диффузорно-конфузорным седлом.
- Основные геометрические характеристики РК: диаметр посадки чаши на седло 74,5 мм, диаметр горла диффузора 62,7 мм, угол раскрытия диффузорной части седла 12 °, степень расширения диффузора 1,13.



Рис. 1 – Геометрическая модель проточной части РК

При обработке результатов расчета определялась пропускная способность клапана, а так же строились графики распределения статического давлений вдоль обвода седла и чаши.

Пропускная способность РК аналогично эксперименту [12] определялась по величине приведенного расхода, определяющего отношение действительного расхода к расходу при критическом истечении

$$q = \frac{G}{G_*} = f(h, e), \quad (1)$$

где $h = H/D$ – относительный подъем клапана, определяемый как отношение подъема чаши к диаметру посадки чаши на седло; $e = P_2/P_0$ – относительное давление, определяемое как отношение статического давления за диффузорной частью седла к статическому давлению на входе в паровую коробку.

Величина расхода при критическом истечении определялся из следующего выражения

$$G_* = F \sqrt{k C_d \frac{2}{e} \frac{\rho_0^{k+1}}{k+1} \frac{P_0}{V_0}}, \quad (2)$$

где F – определяющая площадь, взятая по диаметру посадки клапана; k – показатель изэнтропы (для воздуха $k = 1,4$); V_0 – удельный объем потока на входе в паровую коробку клапана, определяемый по статическим параметрам.

Поскольку структура потока в проточной части РК в значительной степени зависит как от положения клапана, так и от режима его работы [3,

7], сопоставление результатов расчета с экспериментом необходимо проводить в достаточно большом диапазоне работы РК. Для учёта этой особенности численное исследование проводилось для относительного положения РК $h = 0,0536; 0,1342; 0,224$, при относительном давлении $e = 0,5; 0,8; 0,9; 0,95$.

Для уменьшения объема вычислений задача решалась в осесимметричной постановке.

Возможность применения такого подхода реализовано на основании анализа результатов натурных испытаний клапана [12]. В ходе эксперимента были выполнены замеры давлений вдоль поверхности седла и чаши в различных плоскостях относительно оси штока. Авторами показано, что неравномерность распределения давлений вдоль окружности седла и чаши клапана во всем диапазоне работы клапана незначительна и ее максимальное значение не превышает 6 %.

Аналогичный прием при моделировании течения в проточной части РК, имеющего в своей конструкции разделительное ребро, использован в работе [1]. Показано, что пренебрежение перемещением вихревых структур в направлении поперечном к плоскости геометрической симметрии не вносит существенных погрешностей для качественного анализа пропускной способности РК проводимого, как правило, в стационарной постановке.

Расчетная сетка тетраэдрического типа с призматическим подслоем строилась из условия обеспечения $y^+ < 3$ (в работе [10] показано, что большие значения y^+ в значительной мере влияют на точность расчета). Поскольку отрыв потока как правило происходит уже при входе в паровую коробку клапана, расчетная сетка для всех исследуемых вариантов характеризовалась достаточной густотой, особенно в местах наиболее резкого изменения параметров потока между седлом и чашей клапана. Количество ячеек по толщине пограничного слоя составляло 15. Относительный рост ячеек в основной сетке и пограничном слое не превышал 1,2.

Граничными условиями на входе в РК для всех исследуемых вариантов расчета являлось полное давление 0,5 МПа и температура 25 °С. Входная степень турбулентности принималась на уровне 5 %. На выходе задавалось статическое давление. В качестве рабочего тела использовался воздух. Изменение вязкости от температуры определялось по формуле Сатерленда, зависимость теплоемкости от температуры вводилось при помощи полинома.

Для описания турбулентного течения использовалась модель турбулентности SST Ментера [13]. Ряд исследований, проводимых различными авторами при моделировании течения, характеризующегося наличием сложных вихревых структур,

показал приемлемое совпадение результатов расчета с экспериментальными значениями при использовании данной модели [9, 11].

В первом приближении для первых 50 итераций величина расчетного шага по времени задавалась 0,001 сек. Далее, с учетом полученных результатов, шаг рассчитывался из условия Куранта

$$C = \frac{uDt}{Dx}, \quad (3)$$

где u – средняя скорость в домене; Dt – искомый шаг по времени; Dx – средний размер ячейки сетки.

В дальнейшем временной шаг при необходимости корректировался вручную для достижения требуемой точности по невязкам, стабилизации графика результатов расчета расхода пара на входе и выходе из модели.

На рис. 2 представлено сопоставление величины приведенного коэффициента расхода клапана, определенного по результатам численного моделирования, с экспериментальными кривыми, полученными в процессе аппроксимации.

Из рис. 2 видно приемлемое совпадение расчетных и экспериментальных значений. Наибольшие отклонения наблюдаются при относительных подъемах $h = 0,1342$, $h = 0,224$ и режиме $e = 0,9$. Более близкие результаты получены во всем диапазоне относительного открытия $h = 0,0536$ и режимах близких к установлению критического истечения в клапане. Максимальное относительное отклонение расчётной величины приведённого расхода в результате не превышает 10,2 %.

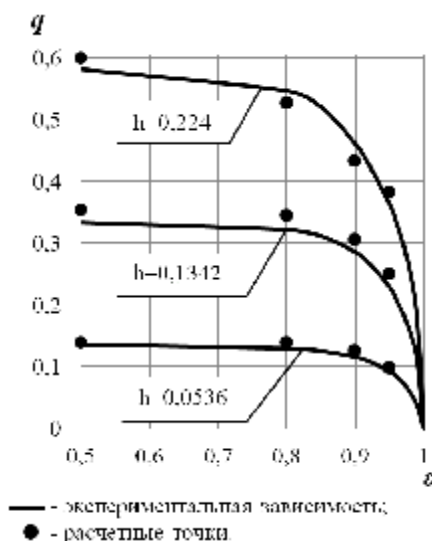
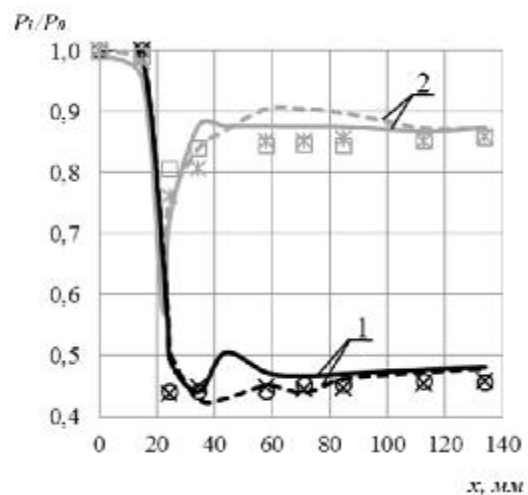


Рис. 2 – Зависимость коэффициента расхода РК от относительного подъёма и относительного перепада давлений на клапан

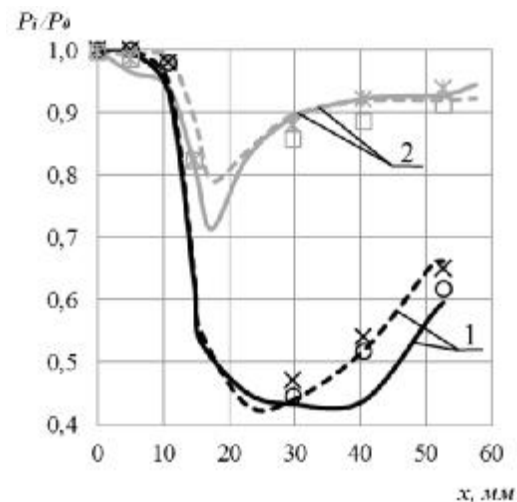
На рис. 3 представлено распределение статического давления вдоль обвода седла и чаши клапана для двух вариантов расчёта.

Значения давления представлены в относительной величине от давления на входе в клапан. Характер изменения параметров соответствует результатам теоретических и экспериментальных исследований других авторов [3, 6]. Среднеинтегральная погрешность между экспериментальными и расчётными величинами давлений не превышает 5 %.

На рис. 4 для этих же вариантов расчёта показано распределение вектора скорости вдоль клапанного канала в плоскости геометрической симметрии.



а



б

- расчет (сторона входного патрубка);
- , □ – эксперимент (сторона входного патрубка);
- расчет (сторона разделительного ребра);
- × * – эксперимент (сторона разделительного ребра).

Рис. 3 – Распределение статического давления вдоль клапанного канала:

а – распределение давлений вдоль седла; б – распределение давлений вдоль чаши клапана;
1 – $h = 0,0536$, $e = 0,5$; 2 – $h = 0,1342$, $e = 0,9$

Картина обтекания соответствует фотографиям, полученным с помощью прибора Теплера, в процессе оптического исследования структуры потока в плоской модели РК Вентури [7].

Обсуждение результатов

В процессе выполнения стационарных расчётов для всех исследуемых вариантов были видны тенденции нестационарного поведения – периодические колебания невязок. Для достижения требуемой сходимости количество итераций варьировалось от 200...600.

Результаты визуализации картины течения в проточной части РК показали наличие развитого вихревого течения для всех вариантов расчётов.

Присутствие стабильных, малочувствительных к изменению режима обтекания мелких вихревых структур можно наблюдать в районе разделительного ребра паровой коробки клапана. Данные вихри возникают вследствие диффузорного течения в паровой коробке, вызванного увеличением удельной проходной площади канала.

Основные изменения в структуре вихревого течения наблюдаются в районе клапанного канала, за дроссельным диаметром. Большой угол раскрытия диффузора и отсутствие развитой конфузурной части седла приводит к тому, что диффузор является дополнительным генератором вихревого течения. Торможение потока происходит при входе в отводящий патрубок вследствие внезапного расширения за переходными уступами седла.

Анализируя распределение давлений вдоль клапанного канала, следует отметить большую по сравнению с экспериментом неравномерность распределения параметров вдоль обвода клапана. Это обстоятельство может привести к некоторому увеличению поперечного усилия, воспринимаемого чашей. Определение осевого усилия на чаше может быть посчитано с достаточной точностью, поскольку среднеинтегральная погрешность в распределении давлений вдоль обводов чаши достаточно мала.

Характер изменения давлений вдоль седла зависит как от положения клапана, так и режима его работы. Это обстоятельство определяет знак результирующего усилия на седле, которое аналогично осевому усилию на чаше и может быть посчитано с достаточной точностью.

Превышение расчетных значений приведенного расхода q над экспериментальной зависимостью наблюдается на подавляющей части исследуемых режимов. Это обстоятельство можно объяснить решением осесимметричной задачи. В перпендикулярном направлении вдоль плоскости симметрии вихревые структуры не перемещаются, что приводит к увеличению осевой составляющей скорости потока.

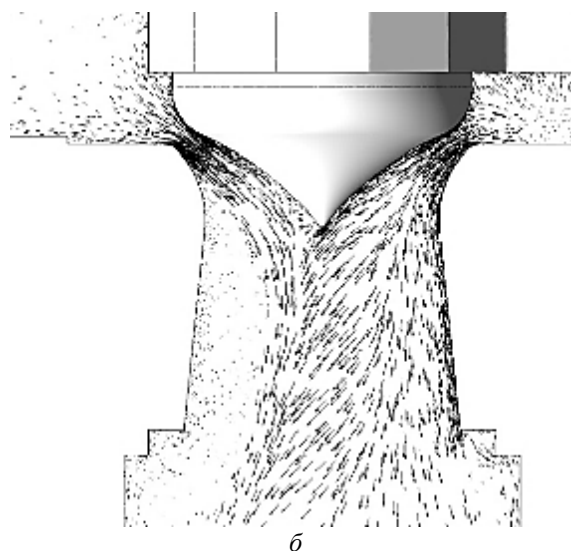
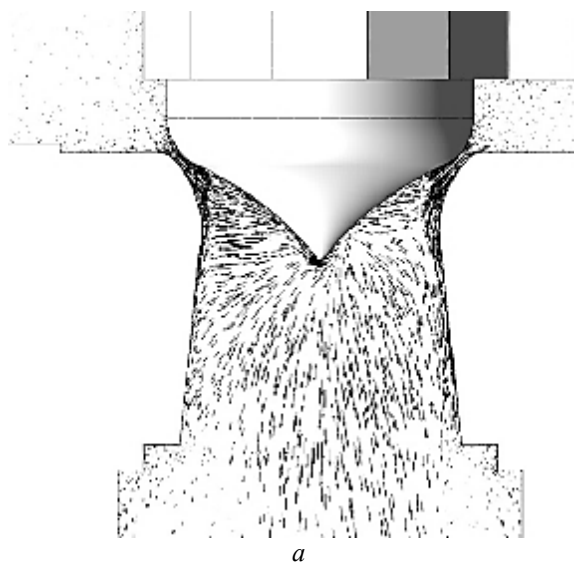


Рис. 4 – Распределение вектора скорости вдоль клапанного канала:

$a - h = 0,0536, e = 0,5; b - h = 0,1342, e = 0,9$

Из этого следует, что для определения нестационарных усилий воздействующих на подвижные детали клапана необходимо решать нестационарную задачу. При этом использование плоскости симметрии является некорректной, так как перемещение вихревых структур в направлении перпендикулярном плоскости симметрии могут вызывать пульсации давлений, воздействующих на клапан.

Выводы

1 Результаты численного исследования течения в проточной части РК типа Вентури показали удовлетворительное совпадение с результатами эксперимента, как по величине приведенного расхода, так и по распределению давлений вдоль обвода седла и чаши клапана.

Максимальная относительная погрешность в определении приведенного расхода не превышает 10,2 %.

Относительная погрешность в среднеинтегральном распределении давлений вдоль обводов седла и чаши клапана для всех режимов не превышает 5 %.

2 Решение задачи в осесимметричной постановке дает возможность значительно уменьшить объем вычислений, не позволяет в полной мере решать задачи обеспечения надежной работы клапана.

3 Для определения нестационарных усилий воздействующих на подвижные детали клапана необходимо решать нестационарную задачу в полностью трехмерной постановке. При этом использование плоскости симметрии является некорректной, так как перемещение вихревых структур в направлении перпендикулярном плоскости симметрии могут вызывать пульсации давлений, воздействующих на чашу.

Список литературы

- 1 **Агафонов, Б. Н.** Турбулентный поток в регулирующих клапанах паровых турбин: возможности численного моделирования в условиях реальной геометрии [Текст] / **Б. Н. Агафонов, Д. К. Зайцев, А. И. Кириллов и др.** // Известия РАН Энергетика. – 2000. – № 3. – С. 39–46. – ISSN 0002-3310.
- 2 **Bednar, L.** Flow visualization in control valve with profiling cone [Text] / **L. Bednar, L. Tajc, M. Miczan, L. A. Felberg** // 18-th International Conference: Engineering Mechanics 2012. – Svratka, Czech Republic. – 2012. – P. 97–101.
- 3 **Дейч, М. Е.** Течение перегретого и влажного пара в регулирующих клапанах паровых турбин [Текст] / **М. Е. Дейч, О. Г. Сапунов, В. К. Шанин** // Теплоэнергетика. – 1979. – № 4. – С. 27–31.
- 4 **Дейч, М. Е.** Гидрогазодинамика [Текст] : учебн. пособие для вузов / **М. Е. Дейч, А. Е. Зарянкин.** – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 384 с.
- 5 **Зарянкин, А. Е.** Результаты математического моделирования течений в новом стопорно-регулирующем клапане [Текст] / **А. Е. Зарянкин, В. В. Носков, С. В. Арианов и др.** // Арматуростроение. – 2007. – № 4. – С. 53–56. – ISSN 2411-1155.
- 6 **Зарянкин, А. Е.** Вопросы совершенствования и профилирования регулирующих клапанов паровых турбин [Текст] / **А. Е. Зарянкин** // Энергомашиностроение. – 1986. – № 11. – С. 25–29.
- 7 **Ржезников, Ю. В.** О причинах нестабильной работы регулирующих клапанов мощных паровых турбин. [Текст] / **Ю. В. Ржезников, Э. А. Бойцова** // Теплоэнергетика. – 1963. – № 3. – С. 25–29.
- 8 **Белова, О. В.** Методологические основы CFD – расчетов для поддержания проектирования пневмогидравлических систем [Текст] / **О. В. Белова, В. Ю. Волков, А. П. Скибин и др.** // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – № 5. – С. 1–12. – ISSN 2305-5626.
- 9 **Вальгер, С. А.** Моделирование несжимаемых турбулентных течений в окрестности плохообтекаемых

- тел с использованием ПК ANSYS Fluent [Текст] / **С. А. Вальгер, А. В. Федоров, Н. Н. Федорова** // Вычислительные технологии. – 2013. – № 5. – С. 27–40. – ISSN 1560-7534.
- 10 **Гришин, Ю. А.** Численное исследование течения через дроссельные заслонки поршневых двигателей [Текст] / **Ю. А. Гришин, Р. Е. Буданов** // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 7. – С. 45–50. – ISSN 0021-3470.
 - 11 **Платонов, Д. В.** Численное моделирование пространственных течений с закруткой потока [Текст] / **Д. В. Платонов, А. В. Минаков, А. А. Дектерев и др.** // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т. 5, № 4. – С. 635–648. – ISSN 2076-7633.
 - 12 Экспериментальное исследование регулирующего клапана № 5 блока парораспределения турбины К-300-240 [Текст]: отчет НИР (заключительный) Д 3003 / ПАО Турбоатом; рук. Юшкевич Ю. Э., исп. **В. А. Конец, В. В. Мурзин.** – 1977. – 60 с.
 - 13 **Menter, F. R.** Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications / **F. R. Menter** // AIAA Journal. – 1994. – Vol. 32, No. 8. – P. 1598–1605. – ISSN 0001-1452.

Bibliography (transliterated)

- 1 **Agafonov, B. N., Zaytsev, D. K., Kirillov, A. I., Kolyivanov, V. G., Ris, V. V. and Smirnov, E. M.** (2000) "Turbulentnyy potok v reguliruyuschih klapanah parovyih turbin: vozmozhnosti chislenogo modelirovaniya v usloviyah realnoy geometrii [Turbulent flow control valves in steam turbines: numerical modeling capabilities in a real geometry]", *Izvestiya RAN Energetika* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences Energy], no. 3, 39–46, ISSN 0002-3310.
- 2 **Bednar, L., Tajc, L., Miczan, M. and Felberg, L. A.** (2012), "Flow visualization in control valve with profiling cone", *Materials 18-th International Conference "Engineering Mechanics 2012"*, Svratka, Czech Republic.
- 3 **Deych, M. E., Sapunov, O. G. and Shanin V. K.** (1979), "Tечение перегретого и влажного пара в регулирующих клапанах паровых турби [The flow of superheated and wet steam control valves in steam turbines]", *Teplenergetika* [Thermal engineering], no. 4, pp. 27–31.
- 4 **Deych, M. E. and Zaryankin, A. E.** (1984) *Gidrogazodinamika* [Hydraulic gas dynamics], Jenergoatomizdat, Moscow, Russia.
- 5 **Zaryankin, A. E., Noskov, V. V., Arianov, S. V. and Zaryankin, V. A.** (2007), "Rezultaty matematicheskogo modelirovaniya techeniy v novom stoporno-reguliruyuschem klapanе [The results of mathematical modeling of currents in the new the locking - control valve]", *Armaturostroenie* [Valve industry], no. 4, pp. 53–56, ISSN 2411-1155.
- 6 **Zaryankin, A. E.** (1986), "Voprosy sovershenstvovaniya i profilirovaniya reguliruyuschih klapanov parovyih turbin [Issues of improvement and profiling of regulating valves of steam turbines]", *Jenergomashinostroenie* [Mechanical engineering], no. 11, pp. 25–29.
- 7 **Rzheznikov, Yu. V. and Boytsova, E. A.** (1963), "O prichinah nestabilnoy raboty reguliruyuschih klapanov moschnyih parovyih turbin [About causes of unstable operation of control valves in powerful steam turbines]",

- Teploenergetika* [Thermal engineering], no. 3, pp. 25–29.
- 8 **Belova, O. V., Volkov, V. Yu., Skibin, A. P., Nikolaeva, A. V., Krutikov, A. A. and Chernyishev, A. V.** (2013), “Metodologicheskie osnovy CFD – raschetov dlya podderzhaniya proektirovaniya pnevmogidravlicheskikh system [Methodological bases of calculations in order to maintain the design pneumatic-hydraulic systems]”, *Inzhenernyi zhurnal: nauka i innovatsii* [Engineering journal: science and innovation], no. 5, pp 1–12, ISSN 2305-5626.
 - 9 **Valger, S. A., Fedorov, A. V. and Fedorova, N. N.** (2013), “Modelirovaniye neszchimaemykh turbulentnykh techeniy v okrestnosti plohoobtekaemykh tel s ispolzovaniem PK ANSYS Fluent [Simulation of incompressible turbulent flows near streamlined bodies with a PC ANSYS Fluent]”, *Vychislitelnye tehnologii* [Computational Technologies], no. 5, pp. 27–40, ISSN 1560-7534.
 - 10 **Grishin, Yu. A. and Budanov, R. E.** (2015), “Chislennoe issledovanie techeniya cherez drosselnyie zaslonki porshnevnykh dvigateley [Numerical simulation of flow passage through throttle shutters in piston engines]”, *Izvestiya vyisshih uchebnykh zavedeniy. Mashinostroeniye* [Proceedings of higher educational institutions. Machine building], no. 7, pp. 45–50, ISSN 0021-3470.
 - 11 **Platonov, D. V., Minakov, A. V., Dekterev, A. A., Sentyabov, A. V.** (2013), “Chislennoe modelirovaniye prostranstvennykh techeniy s zakrutkoy potoka [Numerical modeling of flows with flow swirg]”, *Kompyuternyye issledovaniya i modelirovaniye* [Computer research and modeling], vol. 5, no. 4, pp. 635–648, ISSN 2076-7633.
 - 12 **Yushkevich, Yu. E., Konev, V. A. and Murzin, V. V.** (1977), *Eksperimentalnoe issledovanie reguliruyushchego klapana no. 5 bloka paroraspredeleniya turbinyi K-300-240: otchet NIR (zaklyuchitelnyy) D 3003 PAO Turboatom* [Experimental study of the control valve №5 of steam distribution turbine K-300-240: report R&D (final) D 3003 KTGP], Private Joint Stock Company “TURBOATOM”, Kharkov, Ukraine.
 - 13 **Menter, F. R.** (1994), “Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulens Models for Engineering Applications”, *AIAA Journal*, vol. 32, no. 8, pp. 1598–1605, ISSN 0001-1452.

Сведения об авторах

Бабаев Артем Иванович – аспирант, отдел моделирования и идентификации тепловых процессов, Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного Национальной академии наук Украины, г. Харьков, Украина; e-mail: babayev_ai@mail.ru.

Babayev Artem – Postgraduate Student, Department for Modeling and Identification of Thermal Processes, Institute of Problems of Mechanical Engineering A.N. Podgorny NAS of Ukraine, Kharkov, Ukraine.

Голощанов Владимир Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, отдел моделирования и идентификации тепловых процессов, ИПМаш НАНУ, Харьков, Украина, email: admi@ipmach.kharkov.ua.

Goloshchapov Vladimir – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Senior Researcher, Department for Modeling and Identification of Thermal Processes, Institute of Problems of Mechanical Engineering A.N. Podgorny NAS of Ukraine, Kharkov, Ukraine.

Пожадуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Бабаев, А. И. Верификация результатов численного исследования движения потока в проточной части регулирующего клапана паровой турбины [Текст] / **А. И. Бабаев, В. Н. Голощанов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 8(1180). – С. 88–93. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.08.12.

Please cite this article as:

Babayev, A and Goloshchapov, V. (2016), “Verification of the Data of Numerical Investigations of the Flow Motion in the Control Valve Channel of Steam Turbine”, *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 8(1180), pp. 88–93, ISSN 2078-774X, doi: 10.20998/2078-774X.2016.08.12.

Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Бабаєв, А. І. Верифікація результатів чисельного дослідження руху потоку в проточній частині регулюючого клапана парової турбіни [Текст] / **А. І. Бабаєв, В. М. Голощанов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 8(1180). – С. 88–93. – Бібліогр.: 13 назв. – ISSN 2078-774X. – doi: 10.20998/2078-774X.2016.08.12.

АНОТАЦІЯ У статті представлені результати чисельного дослідження витратної характеристики регулюючого клапана частини високого тиску турбіни К-300-240 ПАТ «Турбоатом». Розглянуто поля газодинамічних параметрів в клапанному каналі і отримана величина наведеної витрати в залежності від відносного підйому чаші клапана і відносного тиску. Виконано зіставлення отриманих результатів розрахунків з результатами відповідних натурних експериментів.

Ключові слова: регулюючий клапан, паророзподіл, коефіцієнт витрати, верифікація.

Поступила (received) 04.01.2016