

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING
JIZZAX FILIALI**



**RAQAMLI JAMIYATDA FAN VA TA’LIMNING INTEGRATSIYALALASHUVI:
MATEMATIKA, IQTISOD, PEDAGOGIKA VA PSIXOLOGIYANING YANGI
YONDASHUVLARI**
mavzusidagi Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami
(2026-yil 20-21-aprel)

JIZZAX-2026

Raqamli jamiyatda fan va ta’limning integratsiyalalashuvi: matematika, iqtisod, pedagogika va psixologiyaning yangi yondashuvlari. Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallari to’plami – Jizzax: O‘zMU Jizzax filiali Amaliy matematika kafedrası, 2026-yil 20-21-aprel 505-bet.

Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globallashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur’atlar bilan rivojlantirish bo’yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e’tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarini qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma’ruza tezislari to’plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo’nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o’qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarning ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas’ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay’ati a’zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Tovboyev, t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., t.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A, p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD), dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O’ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo’rayev M.M.

Mazkur to’plamga kiritilgan ma’ruza tezislarning mazmuni, undagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to’g’riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o’zlari mas’uldirlar.

muhitga zararli chiqindilar qisqaradi. Ayniqsa, O‘zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni joriy etish katta istiqbolga ega. Kelajakda energotejamkor texnologiyalar yanada rivojlanib, keng qo‘llanilishi kutilmoqda. Shu sababli qurilish sohasida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar ushbu yo‘nalishda bilim va ko‘nikmalarini rivojlantirishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Mirzakabilov N.X., Musurmanqulov S. Qishloq mahallaridagi (uch avlod oilasi uchun) turar-joy binolarining integratsiyalashgan loyihaviy rejalashtirish yechimlar. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Jizzax: 2023.
2. Mirzakabilov N.X., Jo‘lanov I., Musurmanqulov S. Qishloq joylardagi turar-joy binolarining integratsiyalashgan loyihaviy rejalashtirish yechimlar. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Jizzax: 2024.
3. QMQ hujjatlari
4. Maklakova T.G. XX asr arxitekturası. M.: ASV, 2001. - 200p.
5. Chicherova J.L. Elita qurilishining ABC // Dunyo va uy. 2002 yil №5
6. Turar-joy binolarining arxitektura loyihasi. / Ed. M.V. Lisitsian, E.S. Pronin. Moskva : Stroyizdat, 1990 - 488 p.

**СИММЕТРИЧНОЕ ОБТЕКАНИЕ КОНУСА ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ ВО
ВНЕЗАПНО РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ТРУБЕ**

Закиров А.Х.

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент

asqar_z@mail.ru

Введение. Течение жидкости и газа в каналах при внезапном расширении, в связи с их многочисленными техническими приложениями, постоянно привлекают внимание исследователей. Поток при расширении является одним из наиболее распространенных примеров турбулентных потоков в инженерных расчетах. Например, диффузоры и конфузоры широко используются в различных технических и технологических устройствах, таких как трубопроводах, аэродинамических трубах и др.

В работе [1] исследовано разделение потока в осесимметричном расширяющемся диффузоре в зависимости от угла конусности. С использованием методов математического моделирования и вычислительной математики, в [2] представлено численное моделирование ламинарных и турбулентных течений в канале при внезапном расширении. Изучено влияние геометрических размеров канала на характер течения и изменение гидродинамических параметров. В работе [3] исследуется турбулентное отрывное течение несжимаемого газа в окрестности, установленной в цилиндр пластины с дозвуковой скоростью. Для установившегося режима течения разработана модель, описывающая процесс втекания газа в цилиндр.

В работе [4] рассматривается задача об обтекании конуса потоком идеального сжимаемого газа в трубе с внезапным расширением. С использованием методов теории струй получено аналитическое решение поставленной задачи.

В связи с этим актуальной научной задачей остаётся дальнейшее совершенствование методов и алгоритмов исследования отрывных течений в областях со сложной геометрией. Основной задачей при анализе взаимодействия струи жидкости с различными твёрдыми преградами является определение силы давления, оказываемой струей на данные преграды. Указанная задача имеет существенное значение при расчёте и проектировании гидротехнических сооружений.

Постановка задачи. Рассматривается осесимметричная струя идеальной несжимаемой жидкости, из узкой части трубы в более широкую, при этом в потоке расположен конус, соосный в трубе (рис. 1). Предполагается, что движение установившееся, безвихревое, а внешние силы отсутствуют.

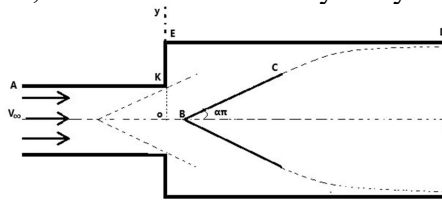


Рис. 1. Схематичное представление течения жидкости в трубе

Следовательно, можно ввести потенциал скоростей $\phi(r, z)$:

$$\mathbf{v} = \text{grad} \phi = \frac{\partial \phi}{\partial r} \mathbf{e}_1 + \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \mathbf{e}_2 + \frac{\partial \phi}{\partial z} \mathbf{e}_3.$$

Для осесимметричных задач при стационарном потенциальном течении уравнения неразрывности имеет вид [5-7]:

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} + \frac{\partial (r v_r)}{r \partial r} = 0, \quad (1)$$

Используем функцию тока $\psi(r, z)$, которая автоматически удовлетворяет уравнению неразрывности:

$$v_r = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z}, \quad v_z = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r}.$$

Так как $v_r = \frac{\partial \phi}{\partial r}$, $v_z = \frac{\partial \phi}{\partial z}$, и тогда потенциал удовлетворяет уравнению Лапласа в цилиндрических координатах:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \phi}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0. \quad (2)$$

Таким образом, требуется найти $\phi(r, z)$, удовлетворяющий уравнению (2) при соответствующих граничных условиях.

Граничные условия: на оси симметрии $r = 0$: $\frac{\partial \phi}{\partial r} = 0$;

на поверхности конуса и на стенке трубы: $\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0$;

на входе задан профиль скорости: $\phi = Uz$;

на выходе: $\frac{\partial \phi}{\partial z} \rightarrow 0$, при $z \rightarrow +\infty$.

Метод решения. Для упрощения задачу о струйном обтекании конуса в осесимметричном расширении трубы, рассмотрим частный случай малого угла конуса и анализ вдоль оси симметрии (ось z). Это позволит получить аналитическую аппроксимацию для потенциала ϕ и описать основные характеристики струи.

Примем следующие упрощения и допущения:

- 1) Угол конуса мал: $\tan \alpha \approx \alpha \ll 1 \Rightarrow R_{\text{кон}}(z) = \alpha z$. Это позволяет считать обтекание почти осевым.
- 2) Поток преимущественно вдоль оси z : $V_r \ll V_z$, поэтому можно искать осевое приближение $\varphi = \varphi(z)$.

Рассмотрим осевую линию $r = 0$, здесь $v_r = 0$, $v_z = \frac{d\varphi}{dz}$.

С учетом несжимаемости жидкости и постоянства расхода в струе, можно записать закон сохранения массы вдоль оси (приближенно):

$$Q = \pi r^2(z) v_z(z) = \text{const},$$

где $r(z)$ — радиус струи.

Если струя прилипает к поверхности конуса, то $r(z) = \alpha z$, и

$$\pi \alpha^2 z^2 \frac{d\varphi}{dz} = \text{const}, \text{ или } z^2 \frac{d\varphi}{dz} = C = \text{const}. \quad (3)$$

Теперь рассмотрим, как получить аппроксимированное решение для потенциала. Для нахождения потенциала решаем уравнения (3):

$$\frac{d\varphi}{dz} = \frac{C}{z^2}, \text{ откуда } \varphi = -\frac{C}{z} + B.$$

B произвольная постоянная выбирается по условию на входе, например,

$$\varphi(z_0) = Uz_0, \quad B = Uz_0 + \frac{C}{z_0}.$$

Если при $z = z_0$ скорость $v = U$, то $v_z(z_0) = \frac{C}{z_0^2} = U$, откуда $C = Uz_0^2, B = 2Uz_0$.

Таким образом, потенциал скоростей имеет вид

$$\varphi(z) = -\frac{Uz_0^2}{z} + 2Uz_0 = Uz_0 \left(2 - \frac{z_0}{z}\right). \quad (4)$$

Скорость вдоль оси:

$$v = v_z(z) = \frac{d\varphi}{dz} = \frac{C}{z^2}. \quad (5)$$

Находим распределение давления в потоке идеальной несжимаемой жидкости вдоль струи:

$$\frac{\rho v^2}{2} + p(z) = \text{const}.$$

Подставляя $v = \frac{C}{z^2}$, получим

$$p(z) = p_0 - \frac{\rho}{2} \left(\frac{C}{z^2} \right)^2. \quad (6)$$

Постоянная C определяется из начального расхода:

$$Q = \pi \alpha^2 z^2 \frac{C}{z^2} = \pi \alpha^2 C = \text{const}, \quad C = \frac{Q}{\pi \alpha^2}.$$

С учетом последнего, распределения давлений имеет вид:

$$p(z) = p_0 - \frac{\rho}{2} \left(\frac{Q}{\pi r^2(z)} \right)^2. \quad (7)$$

Расчёты проводились при следующих значениях основных параметров течения: $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $Q = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, $\alpha = 3; 4; 5$. Красная кривая соответствует значению $\alpha = 3$, черная - $\alpha = 4$, а зеленая - $\alpha = 5$. Из рис. 2 видно что, давление вдоль оси убывает быстро при приближении к вершине конуса.

Закключение. В работе получено аппроксимированное решение для потенциала течения несжимаемой жидкости в трубе. На примере стационарной задачи обтекания конуса в трубе проведено теоретическое исследование с целью изучить взаимодействия струи, вытекающей из узкой части трубы с твердой стенкой конической формы.

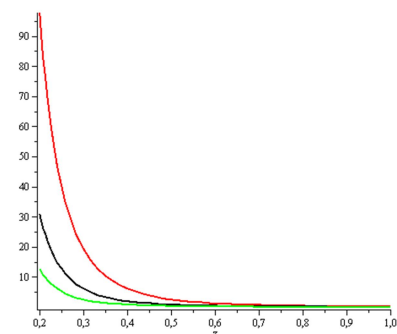


Рис. 2. Распределение давлений вдоль стенки конуса для различных значений α .

Литература

1. V. Chandavari and S. Palekar, “Diffuser angle control to avoid flow separation,” Int. J. Tech. Res. Appl., vol. 2, no. 5, pp. 16–21, 2014.
2. Карханов С.А. Прямое численное моделирование трехмерных течений газа в плоском канале с резким расширением. Автореферат дисс. Ижевск, 2009.
3. Asqar Kh. Zakirov, Farrukh Kh. Nazarov. Numerical Method for Calculating Plane Flowsof Viscous Gas in a Cylinder. World of Transport and Transportation, 2023, Vol. 21, Iss. 4 (107), pp. 152–157. DOI: <https://doi.org/10.932/1992-3252-2023-21-4-1>.
4. Asqar Kh. Zakirov. Gas flow in a suddenly expanding pipe around a cone. ISJ Theoretical & Applied Science, 2025. 05 (145), 258-263. <https://dx.doi.org/10.15863/TAS>.
5. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.2. – Изд. «Лань», 2004.
6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987. – 678 с.
7. Хамидов А.А. Плоские и осесимметричные задачи о струйном течении идеальной сжимаемой жидкости. Ташкент, Фан, 1978.

KASR TARTIBLI ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI EYLER USULIDA SONLI YECHISH

Karimov M.M.

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Karimovmarat704@gmail.com