

Төлеуов Ғ., Есім Н.Б.,
Зейнеғабиден Б.К.,
Байғалиқызы Б.

**Шекаралық қабатының кіші
бастапқы қалыңдығы бар
ағыншаға әсер етуін зерттеу**

Бұл мақалада шекаралық қабатының кіші бастапқы қалыңдығы бар ағыншаға әсері эксперименттік түрде зерттелді. Берілген шарттарға байланысты жылдамдық пульсацияның және статикалық қысымның таралуы көрсетілген. Жоғары жиілікті пульсациялар негізінен қондырма жиегінің маңындағы ағыншаның шекарасына әсер етеді. Кіші периодтық әсерді беру арқылы ағыншадағы турбулентті араласуды басқару мүмкіндігіне баға берілді. Соңғы кездері ағыншадағы турбулентті ығысуға әр түрлі басқарушылық әсерлерді зерттеуге деген қызығушылық біршама артып отыр. Бұл әр түрлі техникалық құрылғыларда, атап айтқанда химиялық технологиядағы араластыру камераларындағы, жанатын құрылғыларды жағу камераларындағы және т.б. өтіп жатқан үрдістердің дамуының қарқындылығындағы (немесе басылуындағы) тәжірибенің қажеттілігімен түсіндіріледі. Ағыншадағы ағынның құрылымына қатты әсер ететін ықтималды әдістердің бірі акустикалық тербелісті пайдалану болып табылады. Бұл әдістің артықшылығы әсер нәтижесінің екі жақты сипаты. Тартқызылатын жиілігіне қарай турбулентті ығысу қарқынының артуы мен ағыншаның ерте сөнуі немесе оның басылып, ағыншаның алысқа ағуы орын алуы мүмкін.

Түйін сөздер: турбуленттілік, Струхаль саны, жылдамдық пульсациясы, ағынша.

Toleyov G., Esim N.B.,
Zeinegabiden B.K.,
Baigalikyzy B.

**The study on the of jets with small
initial boundary layer thickness**

In this paper we experimentally investigated the impact on small jets with an initial thickness of the boundary layer. Just work shows the distribution of velocity fluctuations and the static pressure. High frequency ripple affects mostly close to the boundary edge of the jet nozzle. Generalized data in the most pronounced (characteristic) frequency velocity fluctuations of the transition region in different types of jets. In recent years greatly increased interest in studying the effect of various control actions on the turbulent mixing in jets. This is due to the need to intensify practices (or suppression) of the processes taking place in various technical devices, in particular, the mixing chambers in chemical technology, the combustion chamber flue devices, etc. One of the possible methods of active influence on the flow structure in the jet is to use acoustic vibrations. The advantage of this method lies in the bilateral nature of feedback. Depending superimposed frequency can be caused by either an increase in the rate of turbulent mixing and early attenuation of the jet or drop him an increase in range of a jet.

Key words: turbulence, the Strouhal number, pulse speed, the jet.

Толеуов Ғ., Есім Н.Б.,
Зейнеғабиден Б.К.,
Байғалиқызы Б.

**Исследование воздействия
на струю с малой начальной
толщиной пограничного слоя**

В статье экспериментально исследовано воздействие на струю с малой начальной толщиной пограничного слоя. Так же в работе показано распределение пульсаций скорости и статический давления. Высокочастотные пульсации воздействуют в основном на границу струи вблизи кромки насадки. Обобщаются данные в наиболее ярко выраженных (характерных) частотах пульсаций скорости переходной области в различных типах струй. В последнее время значительно возрос интерес к изучению влияния различных управляющих воздействий на турбулентное смешение в струях. Это связано с потребностью практики в интенсификации (или подавлении) развития процессов, происходящих в различных технических устройствах, в частности, смесительных камерах в химической технологии, в камерах сгорания топочных устройств и т.д. Одним из возможных методов активного воздействия на структуру течения в струе является использование акустических колебаний. Достоинство этого метода заключается в двустороннем характере результата воздействия. В зависимости накладываемой частоты может быть вызвано либо увеличение темпа турбулентного смешения и раннее затухание струи, либо падение его увеличение дальности струи.

Ключевые слова: турбулентность, число Струхалья, пульсация скорости, струя.

**ШЕКАРАЛЫҚ
ҚАБАТЫНЫҢ КІШІ
БАСТАПҚЫ
ҚАЛЫҢДЫҒЫ БАР
АҒЫНШАҒА ӘСЕР
ЕТУІН ЗЕРТТЕУ**

Кіріспе

Қондырманың шығыс қимасындағы жұқа шекаралық қабаттың қалыңдығы шағын болатын ағыншаның ағындарға тән сипаты құйындардың ірілендірілген масштабымен және кіші масштабты турбуленттікпен көрінетін, құйындардың бірігу үрдісі болып табылады.

Осындай ағыншадағы бастапқы аймақтағы жылдамдық пульсациясының спектрлерінде тіркелетіні барынша айқын көрінеді және осыдан екі жиілік атап өтуімізге болады. Бір жиілік сопло жиегіндегі шекаралақ қабаттың қалыңдығымен байланысты, екіншісі – жалпы ағыншаға тән және ағынның геометриясымен анықталады, яғни, бастапқы қимадағы ағыншаның көлбеу қимасына тән.

Ағыншаның табиғи (әсер етусіз) дамуында алынған және қандай да бір жиілікте айқын көрінетін максимумы бар спектр ұйытқудың пайда болуының басталуынан өлшеу жүргізілетін нүктеге дейінгі жолда ең үлкен кеңістіктік күшею спектрдің жиілікті максимумына сәйкес келетін пульсация алатыны туралы С.Б. Тарасов [1] айтады. Жиілігі спектрдің максимум жиілігіне сәйкес келетін жылдамдықтың жасанды ұйытқуы осы ағыншада қарқынды түрде кешейеді деп болжамдауға болады. Осындай типтің әсерін резонансты деп атауға болады. Әдетте оны берудің нәтижесі қанығу пішінінде болып келеді. Жасанды ұйытқымалардың кіші амплитудалары айтарлықтай күшейеді, содан кейін қанығу шамасына жеткеннен кейін әсер ету амплитудаларының ұлғаюы әсер ету нәтижелерінің өзгерісіне әкеп соқтырмайды.

1-суретте ағыншадағы өлшеу нәтижелері берілген, оның ағынының режимі бастапқы аймақ шегінде құйындардың бір ғана бірігуі өтетінімен ерекшеленеді. Және бұл кезде, ұйытқулардың пайда болуының бастапқы саласындағы ағынша шекарасында өлшенген жылдамдық пульсациясының спектріндегі шектің жиілігі, бастапқы аймақтың соңындағы ағынша осінде өлшенген спектрдің шегіндегі жиіліктен екі есе үлкен.

Қанығуға жуық амплитудасы бар $Sh = 0.8 = Sh_{y=0.5}$ болғандағы әсер етуді беру құбырдың шығыс қимасына жақын тұста құйындар пайда болатын бастапқы саланың ығысуына әкеп соқтырады. Бірінші құйындардың ара-қашықтығы ағыншаның бастапқы диаметрінен аз. Бұл ұйытқымалар ағын бойынша төмен қарай құйылып, $\frac{x}{d} = 2.5 \div 3$

болған кезде ағыс осіне перпендикуляр бір жазықтықта бірігеді.

Жылдамдық пульсациясының қарқындылығын таратуда (1-сурет, 8 қисық сызық) құйындардың біріккен жеріне дәл сәйкес келетін максимум пайда болады. Ондағы жылдамдық пульсациясының шамасы әсер ету болмаған кездегімен салыстырғанда үш есе көп болады (9 қисық сызық). Әсер ету берілетін статикалық қысымның максимумы біршама артады (5 қисық сызық). Осы статикалық қысымға байланысты таралымындағы ойылымда артады (2 қисық сызық, 1- сурет).

$\frac{x}{d} = 3.5$ болғанда ағынша осіндегі жылдам-

дық пульсациясы ағыншаның шетінде қалыптасатын максимумы бар шамамен салыстырылады. Жылдамдық пульсациясының осы тұсы да синусоидты формада болады, бірақ, олардың жиілігі әсер етуші сигналдың жиілігінен екі есеге төмен. Тәжірибелік мәндердің $\frac{\sqrt{U'^2}}{U_0}$

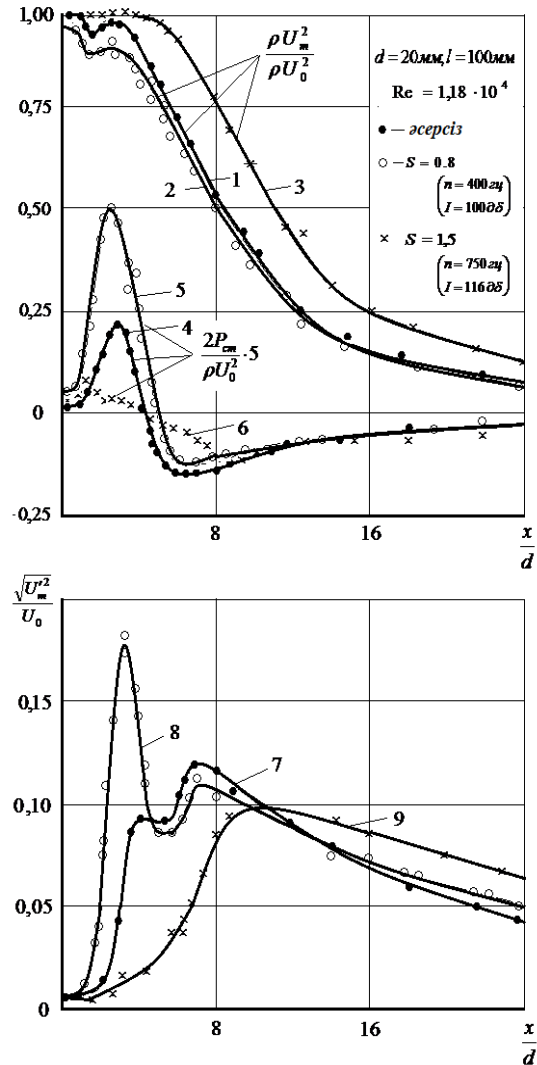
айтарлықтай алшақтығы құйындардың бірігу үрдісінің орнықсыздығына байланысты болып келеді.

Вертикальді сызықтармен қосылған эксперименттік нүктелер (2-сурет) тіркелген өлшейтін аппаратураның ең үлкен және ең кіші мәндерін білдіреді. $3.5 < \frac{x}{d} < 5$ аумағында-

ғы жылдамдық пульсациясының профилінде (2-сурет) ағынша осінде тағы да бос орын қалады, ол кейін $\frac{x}{d} > 5$ болғанда біртіндеп ағыншаның

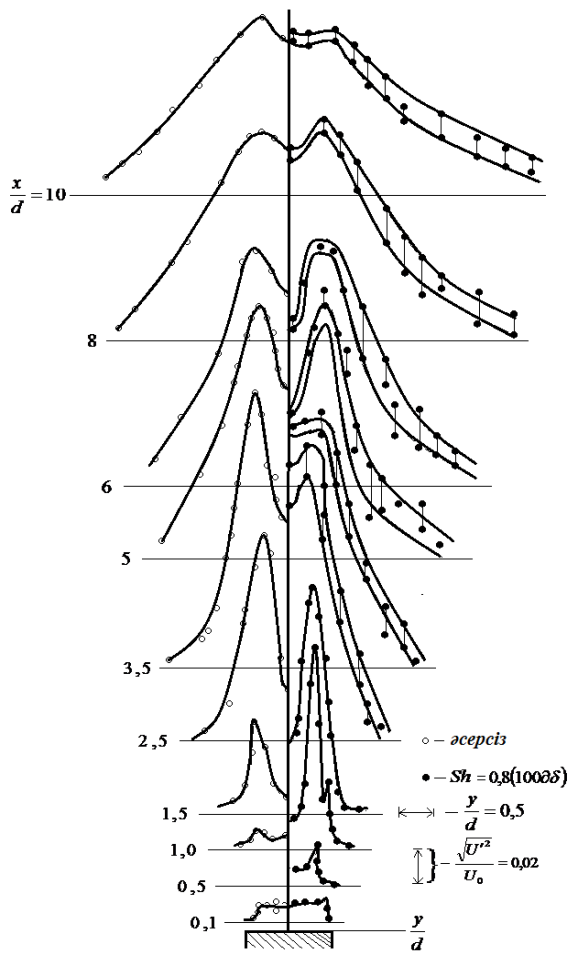
шетіндегі максимуммен бірге тегістеледі. Бұл, біріккеннен кейін құйындардың өз дербестігін бірден жоғалтпай, шеңберлі өстің айналасында айналуын жалғастырып, сонымен бір мезетте ағын бойымен төмен кететінімен түсіндіріледі. Ағыншаның көлденең қимасындағы орташа жылдамдықтарының таралуын салыстырып,

әсерді ағынша осіндегі жылдамдықты азайта отырып бергенде профильдердің кеңейетінін көруге болады.



1-сурет – Ағыншаның өлшеу нәтижелері

Жылдамдық пульсациясының қарқындылығын таратуда $\frac{\sqrt{U'^2}}{U_0}$ құйындардың біріккен жеріне дәл сәйкес келетін максимум пайда болады. Ондағы жылдамдық пульсациясының шамасы әсер ету болмаған кездегімен салыстырғанда үш есе көп болады. Әсер ету берілетін статикалық қысымның максимумы біршама артады. Осы статикалық қысымға байланысты $\frac{\rho U_m^2}{\rho U_0^2}$ таралымындағы ойылымда артады.



2-сурет – Табиғи даму кезіндегі және жиілік әсер еткенде кездегі пульсациялық жылдамдықтардың таралуы

Әсер ету жиілігін арттырғанда, $Sh > 1$ еңбектің негіздемесінен көретіміздей, ағынша алысқа ағатын болып шығады. Ағынша өзегінің ең үлкен созылуы $Sh = 1.5$ дыбыстық қысымы кезінде $I = 116$ жеткен. Осындай әсерді берумен жылдамдық пульсациясының қарқындылығы және ағынша осіндегі статикалық қысымның максимумы күрт төмендейді. Ағынша өзегінің шетінде құйындар генерацияланады, олардың көлбеу масштабтары бастапқы учаскедегі ағыншаның көлденең көлеміне қарағанда әлдеқайда аз болады [2].

$Sh > 1.1$ болғанда, $\frac{U_m^*}{U_m}$ шамасы арта түседі.

Ол максимумға $Sh = 2.4$ болғанда жетеді.

Айта кетейік, шекаралық қабаттың қалыңдығы бойынша есептелген Струхаль саны

$$Sh = \frac{nd}{u} = 2.4 \text{ болғанда:}$$

$$Sh_{\delta} = \frac{nd}{u} = \frac{nd}{u} * \frac{\delta}{d} = 0.099$$

шамасын береді. Ағыншадағы ағын орнықтылығының теориясына сәйкес $Sh_{\delta} > 0.102$, ағынға енгізілген жиіліктегі ауытқу күшеймейді, ауытқу жиілігі неғұрлым көбірек болса, соғұрлым тезірек сөнуі керек. Жоғары жиілікті әсер ($Sh_{\delta} > 1.1$) бастапқы аумақта ағынша диаметрінің айтарлықтай кіші масштабы бар құйындарды қарқынды етеді. Бұл құйындар, еркін шекаралық қабатта жинақталып, оның сопло қимасына жақын жердегі тиімді қалыңдығын арттырады. Ығысу қабатының қалыңдығы артқан кезде, Михалке және Шаде [3] есептеулерінде көрсетілгендей, эксперименттермен жазамыз, ұйытқуда арту коэффициенті азайды, ал ұйытқуы пайда бола басталатын сала қондырма қимасынан алысқа орналасады.

Қондырманың шығыс қимасындағы кіші қалыңдықтағы шекаралық қабаттың осесимметриялық ағыншалардың бастапқы аумағындағы жылдамдық пульсациясының спектрлерінде айтарлықтай екі жиіліктің бары байқалған. Бір жиілік түтік жиегіне жақын тұстағы бөлінген шекаралық қабаттағы ағыншаның шекарасында тіркелген, ал екіншісі бастапқы аумақтың соңындағы ағыншада байқалған. Біріншісі еркін ламинарлы шекаралық қабаттың орнықтылығын жоғалту нәтижесінде периодтық ауытқудың пайда болуына байланысты және оның қалыңдығына байланысты болып келеді. Екінші өзіне тән жиілік бастапқы аумақтағы ағыншаның диаметр қатарының масштабы болатын үлкен құйындардың қалыптасуына байланысты және шекаралық қабаттың бастапқы қалыңдығына байланысты болмайды.

Әдебиеттер

- 1 Исагаев С.И., Тарасов С.Б. О воздействии на струю акустического поля, направленного вдоль оси струи // Изд. АН СССР. – 1971. – С.43-77.
- 2 Вулис Л.А., Живов В.Г., Ярин Л.П. Передняя область течения в свободной струе // Изд. АН СССР ИФМ. – 1969. – С. 41-43.
- 3 Mihalke A., Shade H. Stabilisant von frien Grenzschichten // Jug.Archiv – 1963. – S.1-23.

References

- 1 Isataev S.I., Tarasov S.B. O vozdejstvii na struju akusticheskogo polja, napravlennogo vdol' osi strui // Izd. AN SSSR. 1971. – S.43-77.(in Russ).
- 2 Vulis L.A., Zhivov V.G., Jarin L.P. Perekhodnaja oblast' techenija v svobodnoj strue // Izd. AN SSSR IFM. – Alma-Ata, 1969. – S.41-46.(in Russ).
- 3 Mihalke A., Shade H. stabilisant von frien Grenzschichten // Jug.Archiv – 1963. – S.1-23.