

УДК 536.46:532.517.4

С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім, Б.К. Зейнегабиден

ЭТФФЗИ, ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан.

ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНЫҢ КІШІ БАСТАПҚЫ ҚАЛЫҢДЫҒЫ БАР АҒЫНШАҒА
ӘСЕР ЕТУІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация: Бұл мақалада шекаралық қабатының кіші бастапқы қалыңдығы бар ағыншаға әсері эксперименттік түрде зерттелді. Берілген шарттарға байланысты жылдамдық пульсацияның және статикалық қысымның таралуы кәрсетілген. Жоғары жиілікті пульсациялар негізінен қондырма жиегінің маңындағы ағыншаның шекарасына әсер етеді. Кіші периодтық әсерді беру арқылы ағыншадағы турбулентті араласуды басқару мүмкіндігіне баға берілді.

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

Кіріспе

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

Осындай ағыншадағы бастапқы аймақтағы жылдамдық пульсациясының спектрлерінде тіркелетіні барынша айқын кәрінеді және осыдан екі жиілік атап әтуімізге болады. Бір жиілік соплос жиегіндегі шекаралық қабаттың қалыңдығымен байланысты, екіншісі - жалпы ағыншаға тән және ағынның геометриясымен анықталады, яғни, бастапқы қимадағы ағыншаның кәлбеу қимасына тән.

Ағыншаның табиғи (әсер етусіз) дамуында алынған және қандай да бір жиілікте айқын кәрінетін максимумы бар спектр ұйытқудың пайда болуының басталуынан әлшеу 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 әлшеу нәтижелері берілген, оның ағынының режимі бастапқы аймақ шегінде құйындардың бір ғана бірігуі әтетінімен ерекшеленеді. Және бұл кезде, ұйытқулардың пайда болуының бастапқы саласындағы ағынша шекарасында әлшенген жылдамдық пульсациясының спектріндегі шектің жиілігі, бастапқы аймақтың соңындағы ағынша осінде әлшенген спектрдің шегіндегі жиіліктен екі есе үлкен.

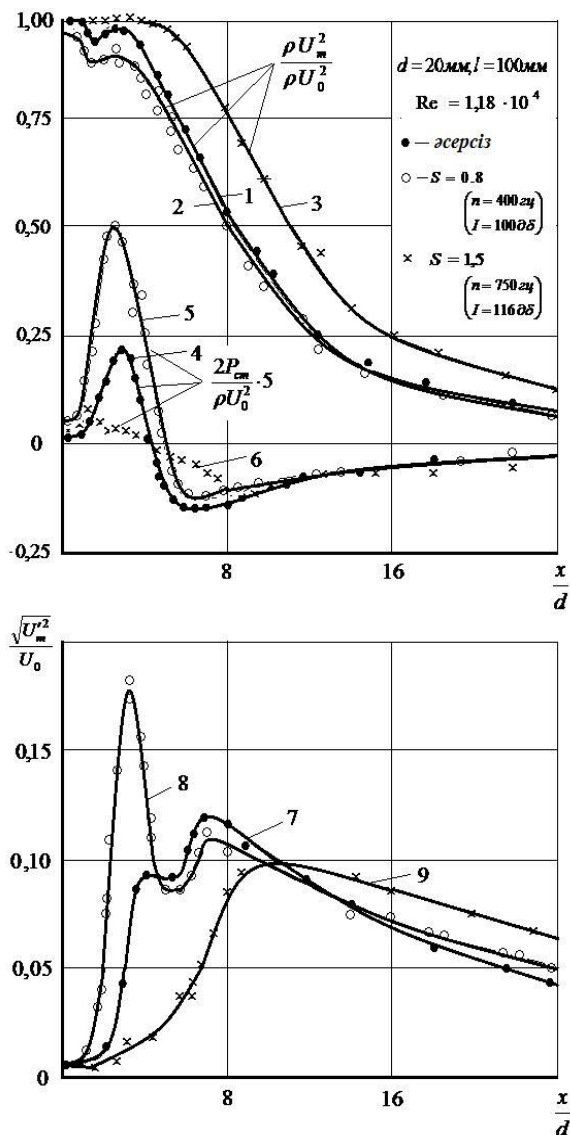
Қанығуға жуық амплитудасы бар — болғандағы әсер

$$Sh = 0.8 = Sh_y = 0.5$$

етуді беру құбырдың шығыс қимасына жақын тұста құйындар пайда болатын бастапқы саланың ығысуына әкеп соқтырады. Бірінші құйындардың арақашықтығы ағыншаның бастапқы диаметрінен аз. Бұл ұйытқымалар ағын

бойынша төмен қарай құйылып, $d^x = 2.5 \div 3$ 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 кәп болады (9 қисық



Сурет 1. Ағыншаның әлшеу нәтижелері

сызық). Әсер ету берілетін статикалық қысымның максимумы біршама артады (5 қисық сызық). Осы статикалық қысымға байланысты таралымындағы ойылымда артады (2 қисық сызық, 1- сурет).

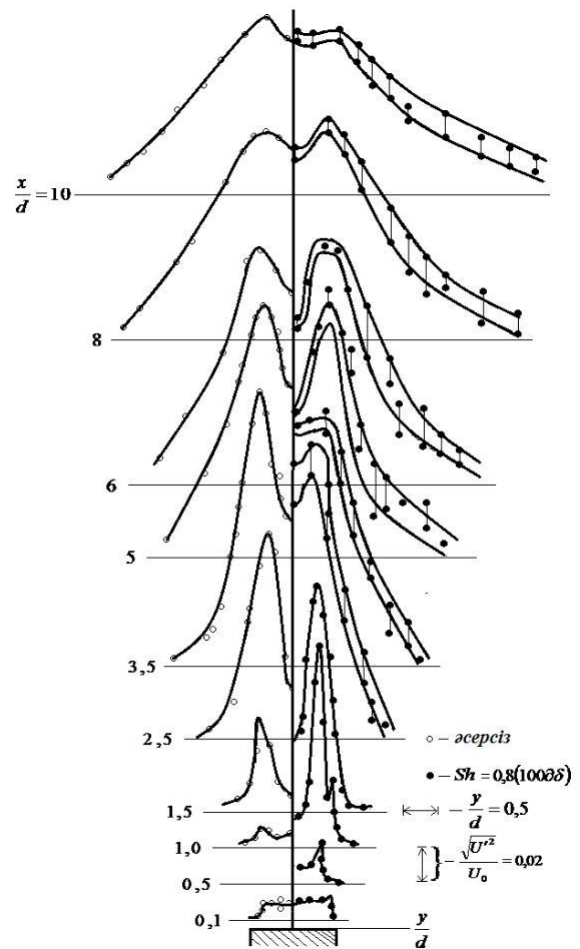
$\frac{x}{d} = 3.5$ болғанда ағынша осіндегі

жылдамдық 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 $\sqrt{\frac{U_m'^2}{U_0^2}}$ айтарлықтай

$$U_0$$

алшақтығы құйындардың бірігу үрдісінің орнықсыздығына байланысты болып келеді.



Сурет 2. Табиғи даму кезіндегі және жиілік әсер еткенде кездегі пульсациялық жылдамдықтардың таралуы

Вертикальді сызықтармен қосылған эксперименттік нүктелер (2 - сурет) тіркелген әлшейтін аппаратураның ең үлкен және ең кіші мәндерін білдіреді.

$3.5 < \frac{x}{d} < 5$ аумағындағы 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 әстің айналасында айналуын жалғастырып, сонымен бір мезетте ағын бойымен төмен кететінімен түсіндіріледі. Ағыншаның кәлденең қимасындағы орташа

жылдамдықтарының таралуын салыстырып, әсерді ағынша осіндегі жылдамдықты азайта отырып бергенде профильдердің кеңейетінін кәруге болады.

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 кәп 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.

Әсер ету жиілігін арттырғанда, $Sh > 1$ еңбектің негіздемесінен кәретіміздей, ағынша алысқа ағатын болып шығады. Ағынша әзегінің 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 әзегінің шетінде құйындар генерацияланады, олардың кәлбеу масштабтары бастапқы учаскедегі ағыншаның кәлденең кәлеміне 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 $Sh = \frac{nd}{u} = 2.4$ 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 кәбірек болса, соғұрлым тезірек сәнуі 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 кәрсетілгендей, 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 бәлінген 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 әзіне тән жиілік бастапқы аумақтағы ағыншаның диаметр қатарының масштабы болатын үлкен құйындардың қалыптасуына байланысты және шекаралық қабаттың бастапқы қалыңдығына байланысты болмайды.

Әдебиет тізімі

1 Исатаев С.И., Тарасов С.Б. О воздействии на струю акустического поля, направленного вдоль оси струи. // Изд. АН СССР.-Алма-Ата.-1971. стр.43-77.

2 Вулис Л.А., Живов В.Г., Ярин Л.П. Переходная область течения в свободной струе. // Изд. АН СССР ИФМ.-Алма-Ата.-1969. стр.41-46.

3 Михалке А., Шаде Н. stabilisant von freien Grenzschichten. // Jug.Archiv -1963. стр.1-23.

С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім, Б.К. Зейнегабиден Казахский Национальный
Университет им. Аль-Фараби г. Алматы, Казахстан.
nurgul_esim@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУЮ С МАЛОЙ НАЧАЛЬНОЙ ТОЛЩИНОЙ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Аннотация: 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 кромке насадки. Обобщаются данные в наиболее ярко выраженных (характерных) частотах пульсаций скорости переходной области в различных типах струй.

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

S.I. Isatayev, M.S. Isatayev, N. Esim, B. Zeinegabiden
Kazakh National University after named Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
nurgul_esim@mail.ru

THE STUDY ON THE OF JETS WITH SMALL INITIAL BOUNDARY LAYER THICKNESS

Abstract: 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.

Keywords: turbulence, the Strouhal number, pulse speed, the jet.

С.И. Исатаев, М.С. Исатаев, Н.Б. Есім, Б.К. Зейнегабиден
Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан.
nurgul_esim@mail.ru

ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТЫНЫҢ КІШІ БАСТАПҚЫ ҚАЛЫНДЫҒЫ БАР АҒЫНШАҒА ӘСЕР ЕТУІН ЗЕРТТЕУ

Аннотация: Бұл мақалада шекаралық қабатының кіші бастапқы қалыңдығы бар ағыншаға әсері эксперименттік түрде зерттелді. Берілген шарттарға байланысты жылдамдық пульсацияның және статикалық қысымның таралуы кәрсетілген. Жоғары жиілікті пульсациялар негізінен қондырма жиегінің маңындағы ағыншаның шекарасына әсер етеді. Кіші периодтық әсерді беру арқылы ағыншадағы турбулентті араласуды басқару мүмкіндігіне баға берілді.

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