КОНВЕКТИВТІ ЖЫЛУАЛМАСУ

10 дәріс. Құбырдағы мәжбүрлі ағыс кезінде жылу беру коэффициенттерін анықтау

Ламинарлы және турбулентті ағыс корреляциялары, бастапқы учаске және арна геометриясы

Құрастырған: ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, доцент Исатаев М.С.

Дәрістің мақсаты, нәтижелері және мазмұны

Мақсаты

Ағыс режиміне сәйкес жылу беру корреляциясын таңдау, бастапқы учаскенің әсерін ескеру және дөңгелек емес арналар үшін гидравликалық диаметрді қолдану шектерін түсіну.

Оқыту нәтижелері

Ағыс режиміне сай корреляцияны таңдайды.

Бастапқы учаскенің әсерін ескереді.

Гидравликалық диаметрдің қолданылу шектерін түсіндіреді.

Мазмұны

1. Ламинарлы ағыс және бастапқы учаске
2. Тұтқырлы-гравитациялық режим
3. Турбулентті ағыс корреляциясы
4. Арна пішіні және кедір-бұдырлық

Корреляцияны таңдау тәртібі

Алдымен анықталатын шамалар

$Re = Ud/v$, $Pr = v/a$

$Ra = g\beta|\Delta T|d^3/(va)$

U — қимадағы орташа жылдамдық. d — ішкі диаметр.

Сәйкестік шарттары

Ағыс режимі және L/d.

Қабырға температурасы немесе жылу ағынының тұрақтылығы.

Қасиеттер алынатын температура, геометрия және корреляцияның қолданылу аралығы.

Жергілікті Nu_x пен ұзындық бойынша орташа $\bar{N}ud$ бір-бірінен ажыратылады.

Ламинарлы ағыстағы жергілікті жылу беру

Дәрістегі бастапқы учаске моделі

$Nu_x = 0{,}33\ Re_x^{0.5} Pr^{0.43}$

$\times\ (Prc/Prқ)^{0.25} (x/d)^{0.1}$

$Nu_x = \alpha_x x/\lambda$, $Re_x = Ux/v$

Анықтаушы ұзындық — x.

Қолданылу шарттары

Ламинарлы тұтқыр режим.

$q''қ = const$, $L/d \leq 216$.

Қасиеттер қимадағы сұйық температурасында, Prқ қабырға температурасында алынады.

Қалыптасқан ламинарлы жылу беру

$Nu_d = 3,66$ $(Tқ = const)$

Гидродинамикалық және жылулық қалыптасқан ағыс. Түзу дөңгелек құбыр, тұрақты физикалық қасиеттер.

$Nu_d = 4,36$ $(q''қ = const)$

Жылу беру коэффициенті $\alpha = Nu_d\lambda/d$. Тұрақты Nu мәні шекаралық шартқа тәуелді.

Бастапқы учаскеде бұл шектік мәндерге түзетусіз сүйенуге болмайды.

Тұтқырлы-гравитациялық режим

Табиғи конвекцияның әсері

Ламинарлы мәжбүрлі ағысқа көтеруші күш әсері қосылады.

Дәрісте $Re < 2300$, $Ra > 8 \cdot 10^5$ жағдайы қарастырылған.

Бұл — берілген әдістің режимдік бағалауы.

Михеевтің жуық тәуелділігі

$$Nūd = 0{,}15\ Re^{0.33} Pr^{0.43} Ra^{0.1}$$

$$\times (Prc/Prқ)^{0.25} \varepsilon L$$

Көлденең құбырларға дәлірек.

$L/d < 50$ кезінде εL түзетуі енгізіледі.

Бастапқы учаскенің түзету коэффициенті

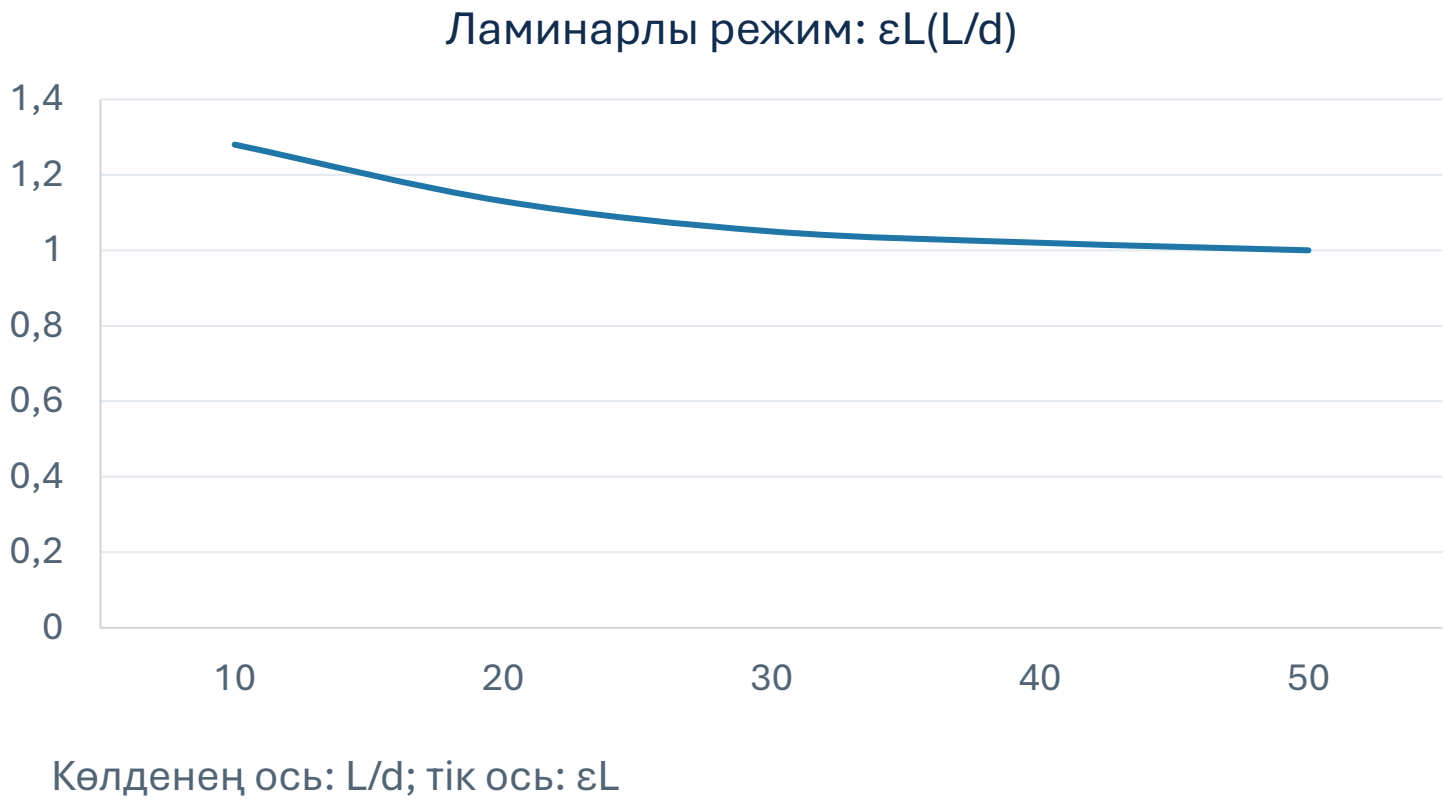


График дәрістегі 8.1-кесте бойынша берілді: тұтқырлы-гравитациялық ламинарлы режим.

Түзетудің мағынасы

L/d ұлғайғанда εL → 1.

Қысқа құбырда бастапқы учаске орташа жылу беруге көбірек әсер етеді.

Ламинарлы және турбулентті режимдердің кестелері бөлек.

Турбулентті ағыстың орташа жылу беруі

Михеев корреляциясы

$$Nūd = 0{,}021\ Re_d^{0.8} Pr^{0.43} \times (Prc/Prқ)^{0.25} εL$$

$Re_d > 10^4$, тегіс құбыр.
Сұйық металдарға қолданылмайды.

L/d < 50: εL кестеден алынады.

Анықтаушы шамалар

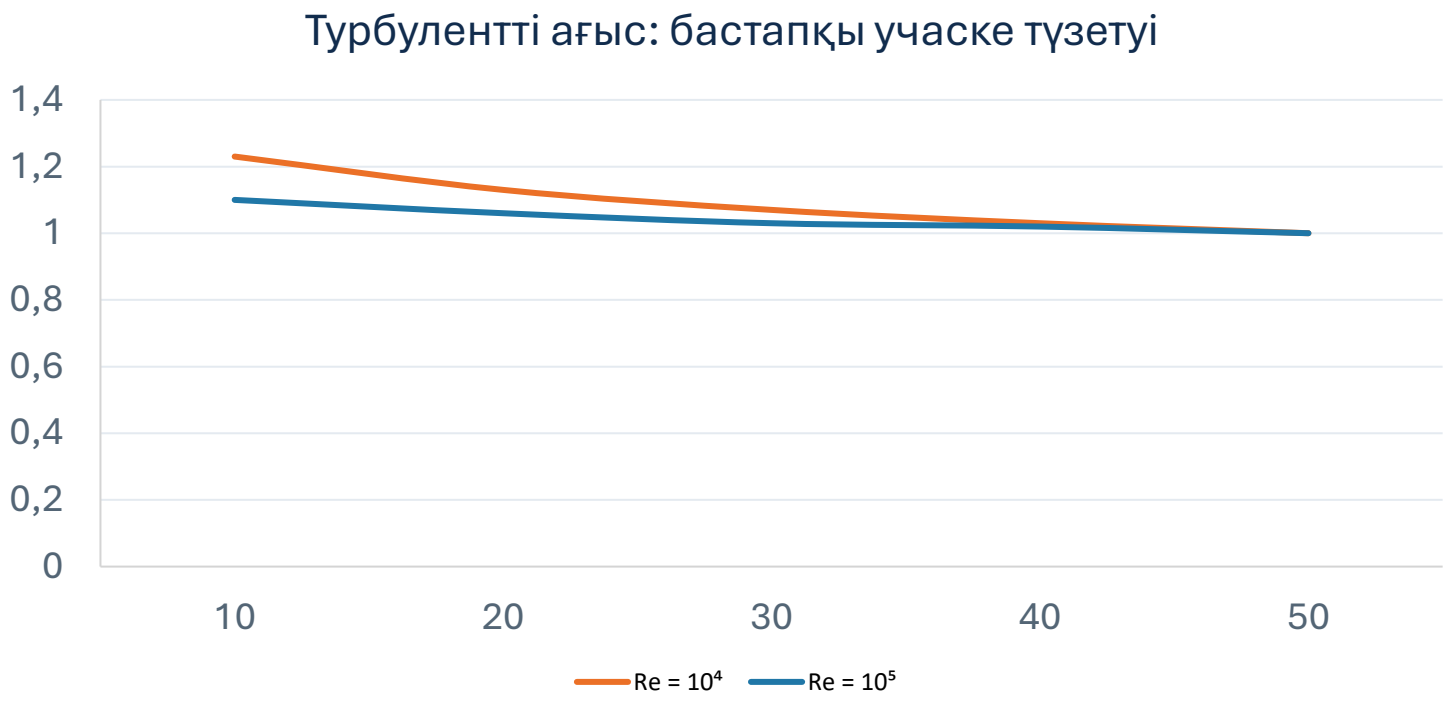
$Re_d = Ud/v$

$Nūd = αd/λ$

Қасиеттер сұйықтың орташа температурасында алынады.

Prқ қабырға температурасында анықталады.

Турбулентті режимде εL түзетуі



Көлденең ось: L/d; тік ось: εL.

Дәрістегі 8.2-кестенің мәндері.

Re әсері

Қысқа құбырда εL > 1.

Re өскенде бастапқы учаске түзетуі азаюы мүмкін.

L/d = 50 кезінде берілген кестеде εL = 1.

Дөңгелек емес және сақиналы арналар

dh = 4A/Pсул

A — ағыс қимасының ауданы, Pсул — суланған периметр. Тікбұрышты арна: dh = 2ab/(a + b).

Сақиналы арна: dh = Dсырт − Dіш

Гидравликалық диаметр турбулентті ағыс есебінде жуық алмастыру береді. Ламинарлы Nu арна пішініне және қыздыру шартына тәуелді.

Гидравликалық диаметрді қолдану геометрияға тән корреляцияны тексеруді алмастырмайды.

Қабырға кедір-бұдырлығының әсері

Жылу беру механизмі

Бұдырлар қабырға маңындағы қабатты бұзып, араласуды күшейтуі мүмкін.

Әсері бұдыр биіктігіне, пішініне және орналасуына тәуелді.

Салыстырмалы кедір-бұдырлық: k/d.

Гидравликалық шығын

Жылу берумен бірге қысым шығыны да артуы мүмкін.

$\Delta p = fD(L/d)\rho U^2/2$

Айдау қуаты: $N = \Delta p\dot{V}/\eta$.

Бірдей шығын не бірдей айдау қуаты бойынша салыстыру қажет.

Есептеу мысалы және өзіндік тексеру

$Nūd \approx 158$; $\alpha \approx 4{,}74 \cdot 10^3$ Вт/(м^2·К)

Оқу мысалы: $Re = 2 \cdot 10^4$, $Pr = 7$, $Prc/Prқ = 1$, $L/d = 10$, $\varepsilon L = 1{,}18$, $\lambda = 0{,}60$ Вт/(м·К), $d = 0{,}020$ м. 8-слайд формуласы қолданылды.

Қорытынды

Корреляция режимге, шекаралық шартқа және геометрияға сәйкес таңдалады. Бастапқы учаске мен қасиеттердің температурасы ескеріледі. Жылу беруді күшейту қысым шығынымен бірге бағаланады.

Бақылау сұрақтары

1. εL не үшін енгізіледі?
2. dh қалай анықталады?
3. Кедір-бұдырлық нені өзгертеді?