КОНВЕКТИВТІ ЖЫЛУАЛМАСУ

7 дәріс. Құбырлар мен құбырлар бумасын мәжбүрлі көлденең орай ағу кезіндегі жылу беру

Цилиндр маңындағы ағыс, қабаттың ажырауы және құбырлар бумасының жылу алмасуы

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

Дәрістің мақсаты, нәтижелері және мазмұны

Мақсаты

Цилиндр маңындағы ағыстың құрылымын түсіндіру, орташа жылу беру коэффициентін есептеу және құбырлар бумасының орналасуы мен қадамдарының әсерін бағалау.

Оқыту нәтижелері

Цилиндр маңындағы ағыс пен ажырауды сипаттайды.

Орташа жылу беру коэффициентін есептейді.

Құбырлар бумасының орналасу әсерін бағалайды.

Мазмұны

1. Цилиндрді көлденең орай ағу
2. Шекаралық қабаттың ажырауы
3. Орташа Nu және ағыс бұрышы
4. Дәліздік және шахматтық бумалар

Цилиндр маңындағы ағыстың ерекшеліктері

Алдыңғы бет және із

Алдыңғы тоқырау нүктесінде ағыс бөлініп, цилиндрдің екі жағымен өтеді.

Алдыңғы бөлікте ағыс үдейді, артқы бөлікте қысымның өсуі қабатты тежейді.

Рейнольдс саны

$Re_d = Ud/v$

d — сыртқы диаметр.

Жеке цилиндр үшін U — сыртқы ағыс жылдамдығы. Арнада бөгелу әсері ескеріледі.

Жылдамдық пен физикалық қасиеттердің анықтамасы таңдалған корреляцияға сәйкес болуы тиіс.

Қабаттың ажырауы және құйындардың түзілуі

Ажырау механизмі

Ағыс бойымен қысым өскенде қабырға маңындағы сұйық баяулайды.

Қабырғадағы жанама кернеу нөлге жетіп, кері ағыс пайда болуы мүмкін.

Құйынды із

Ажыраған қабаттар цилиндр артында із түзеді.

Re өскенде із орнықсызданып, құйындар кезектесіп бөлінеді.

Құйын түзілуі жылу тасымалы мен кедергіге әсер етеді.

Ламинарлы және турбулентті ажырау

Ламинарлы қабат: фаж ≈ 82–84°

ф цилиндрдің алдыңғы тоқырау нүктесінен есептеледі. Дәрісте берілген тән бұрыштар.

Турбулентті қабат: фаж ≈ 120–140°

Турбулентті араласу қабырға маңына импульс жеткізіп, ажырауды ағыс бойымен кейін жылжытады.

Бұл бұрыштар әмбебап тұрақты емес. Re, кедір-бұдырлық пен кіріс турбуленттілігі әсер етеді.

Шеңбер бойындағы жергілікті жылу беру

Алдыңғы және бүйір бет

Алдыңғы бөлікте жұқа қабат жылу беруді күшейтеді.

Қабат қалыңдаған сайын жергілікті α азаяды.

Ажырау мен өту аймақтары α(ф) пішінін өзгертеді.

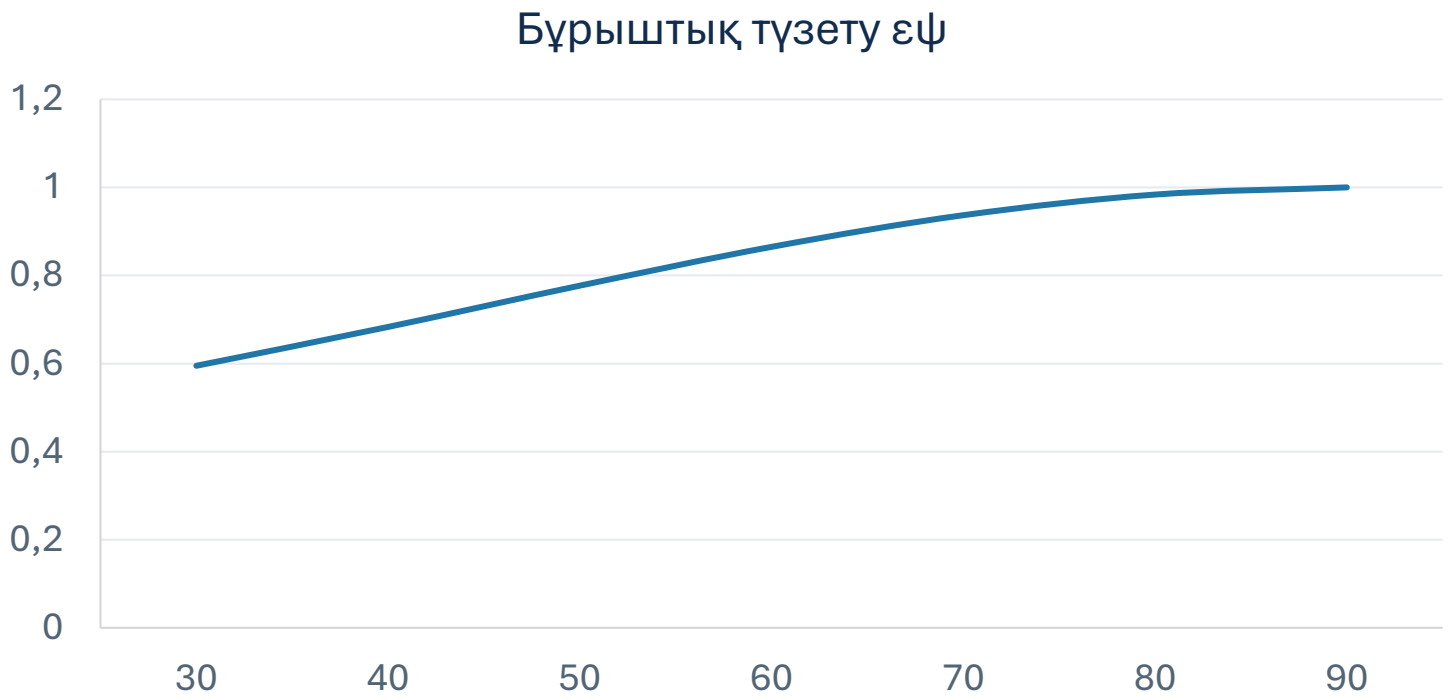
Артқы бет

Құйынды із сұйықты араластырып, жылу беруді қайта күшейтуі мүмкін.

Жергілікті α мен шеңбер бойынша орташа α^{-} бірдей емес.

Орташа мән бет бойынша интегралданады.

Ағыс бұрышының жылу беруге әсері



Көлденең ось: ψ, градус; тік ось: εψ

График дәрістегі жуық түзету бойынша есептелді. 0–30° аралығына экстраполяция жасалмайды.

Бұрыш түзетуі

$\varepsilon\psi = \alpha\psi/\alpha_{90}$

$= 1 - 0{,}54\cos^2\psi$

$30° \le \psi \le 90°$

ψ — ағыс пен құбыр осі арасындағы бұрыш.

Жеке цилиндрдің орташа жылу беруі

$8 < Re_d < 10^3$

$$Nūd = 0{,}5\ Re_d^{0{\cdot}5} Pr^{0{\cdot}38} ε$$

$10^3 < Re_d < 2{\cdot}10^5$

$$Nūd = 0{,}25\ Re_d^{0{\cdot}6} Pr^{0{\cdot}38} ε$$

Дәрістегі эмпирикалық тәуелділіктер

Есептеу шарттары

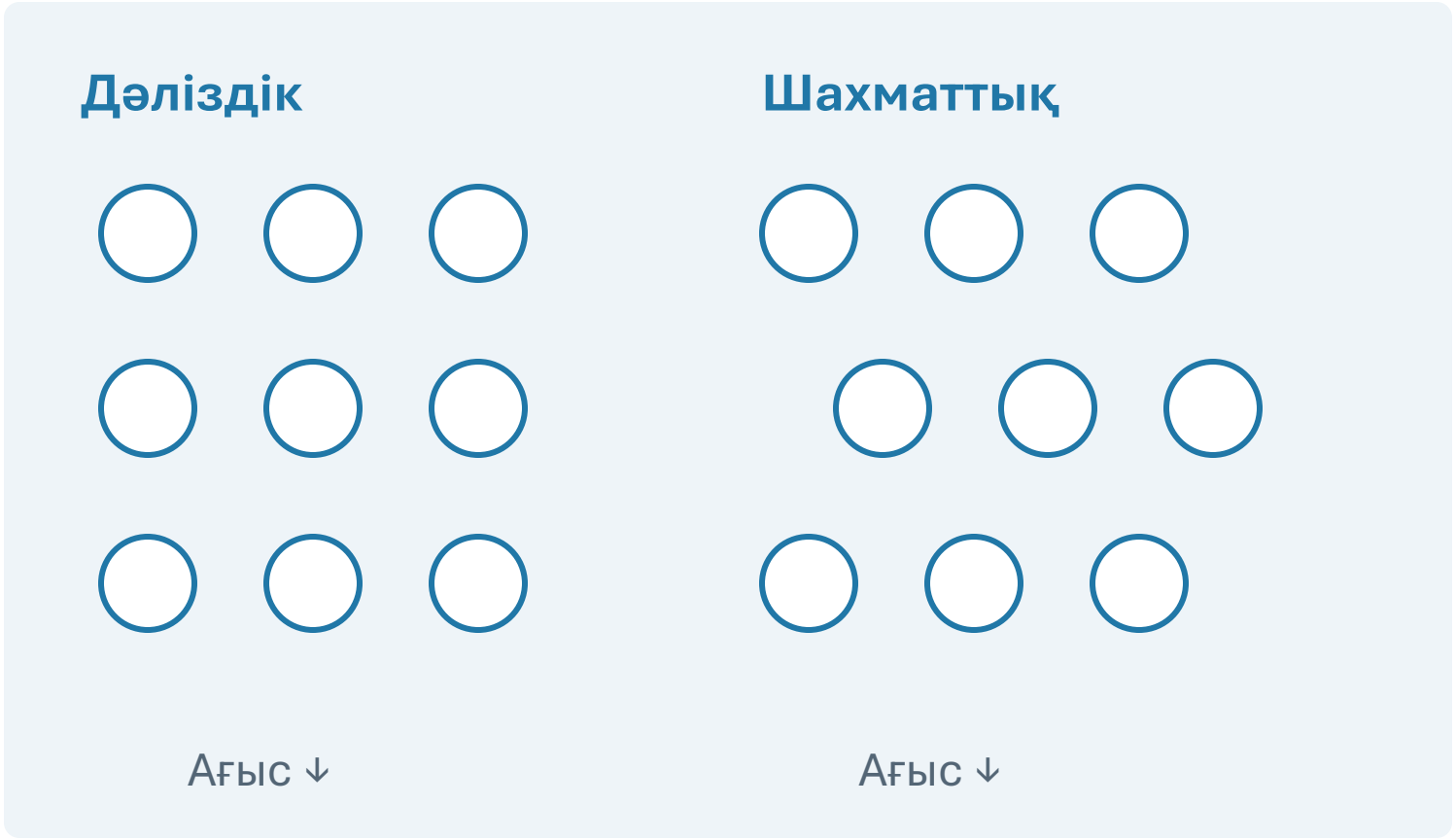
$Nūd = αd/λ$

$ε = (Prc/Prқ)^{0{\cdot}25}$

$ψ = 90°$.

Prқ қабырғада, өзге қасиеттер сұйық температурасында алынады.

Құбырлар бумасының орналасуы



Геометрия

s_1 — көлденең қадам.

s_2 — бойлық қадам.

d — сыртқы диаметр.

n — ағыс бойындағы қатар саны.

Бумадағы жылдамдық және жылу беру

$$U_{max} = U_0 s_1/(s_1 - d)$$

Дәліздік бума үшін, бүйірлік саңылаулар мен шеткі әсерлер еленбегенде. U_0 — бума алдындағы жылдамдық.

$$Re_{d,max} = U_{max} d/v$$

Ең тар қимада ағыс жылдамдайды. Шахматтық бумада көлденең және диагональ саңылаулар салыстырылады.

Жеке цилиндр корреляциясын бумаға түзетусіз қолдануға болмайды.

Құбырлар бумасын есептеу тәртібі

Жылулық есеп

Орналасу түрін, s_1/d, s_2/d және n анықтау.

Ең тар қимадан Umax табу.

Бумаға арналған Nu корреляциясын, қатар саны мен қасиеттер түзетуін қолдану.

Гидравликалық бағалау

Қысым шығынын қатар саны мен орналасуға сәйкес есептеу.

Шахматтық орналасу араласуды жиі күшейтеді, қысым шығыны да артуы мүмкін.

Жылу беру мен айдау қуаты бірге бағаланады.

Есептеу мысалы және өзіндік тексеру

$Re_d = 6250$; $Nu_d \approx 41{,}5$; $\alpha \approx 56{,}0$ Вт/(м²·К)

Оқу мысалы: $U = 5$ м/с, $d = 0{,}020$ м, $\nu = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$ м²/с, $Pr = 0{,}71$, $\lambda = 0{,}027$ Вт/(м·К), $\varepsilon = 1$, $\psi = 90°$.

Қорытынды

Цилиндрдің жылу беруі ажырау мен іздегі араласуға тәуелді. Бумада көршілес құбырлар ағысқа әсер етеді. Есептеу геометриясы, жылдамдық анықтамасы және корреляция аралығы сәйкес болуы тиіс.

Бақылау сұрақтары

1. Ажырау неден туындайды?
2. ψ қалай өлшенеді?
3. U_{max} не үшін қажет?