

«М.А. Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110 - летию М.А. Гендельмана» - 2023.- Т. II, Ч.1.- Б.86-90.

ӘОЖ 329.038

ІШТЕН ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫ ІСКЕ ҚОСУ ТЕОРИЯСЫ

*Бекенова К., 4 курс студенті;
Оразалиев Б.Т.-т.ғ.к., доценті
Астана қаласы, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық
университеті*

Іске қосу үшін қозғалтқыштың жылуөткізгіштігі аса зор маңызы бар[1]. Қатты дене үшін жылуөткізгіштік дифференциалдық теңдеу келесідей

$$(1) \quad \rho c \frac{dt}{dt} = \alpha \nabla^2 t + q_v - c p.$$

Тұрақты жылуөткізгіште жылулық режим ішкі көзі болуы Пуассон теңдеуімен сипатталады:

$$\nabla^2 t + q_v / \delta \tau = 0$$

(2) Егер температура өзгерсе бір өлшемді температураның алаңы үшін ордината өсуі мына теңдеу түрінде болады:

$$(3) \quad dt - d\tau = a \nabla^2 t - q_v - c p.$$

Шектік шарттың 1-ші жағдайы бойынша дене бетінде температураның таралуы қарастырылады:

$$(4) \quad t_n = f(x, y, z, t)$$

Шектік шарттың 2-ші жағдайы дене бетінде жылу ағымының тығыздығы қарастырылады.

$$(5) \quad q_c = f(x, y, t, z)$$

Әр жағдайда жылулық ағым тығыздығы тұрақты болып келеді $q_c = \text{const}$.

Шектік шерттың 3-ші жағдайы дененің бекті қабатының температурасы жөне жылу алмасудың жылдамдығы қарастырылады. Ағынның тығыздығы Фурье заңымен келесі теңдеумен көрсетуге болады:

$$- \gamma_{,,} dt - dn_{..} = a(t_{-z} h_{.-}, t_{-s.})$$

(7)

Үшінші жағдайы қазіргі уақытта кең қолданылады.

Құбырда сұйықтың жылу өткізгіштік процессі күрделі болады. Себебі сұйықтық кіре бпстаған сәттен оған қабырға кедергілері жаса бастайды. Сонымен байланысты сұйықтық құбырға кіргенде біраз ара қашықтықтан кейін құбыр қимасы бойы кедергі күші әсер тигізеді.

Егер сұйықтықтың ағуы ламинарлы болса, R радиуспен майыстырылған құбырда Рейнольдс саны келесідей анықтауға болады:

$$Re_{..} = 11,6_{,,} d - D_{..}, 1 - 0,5.$$

(8)

мұндағы, $D=2R$, R – құбырды иіу радиусы; D – құбырдың ішкі диаметрі;

Ламинарлы ағымда сұйықтың гидродинамикалық стабилизациясы:

$$l - H_{..} = 0,03_{,,} R - e_{..} d$$

(9)

Құбырда жылу ағынның тұрақтылығы құбыр ұзындығына сәйкес: $t_{ct} = \text{const}$, $l_h/d = 0,055 Re_{..}$; $q = \text{const}$,

Ламинарлы қозғалыста құбырда жүретін сұйықтықтың Рейнольдс саны $Re_{..} \leq 2300$. Егер ағын ондай болса l құбырда беретін жылу көлемі:

$$q = (s, c - p_{.-} w_{.}) / (l + (P - r_{.-} 1_{.}) - (t - ж_{.-}, t - ш_{.})).$$

(10)

Эксперимент бойынша, бұл күрделі қозғалыс Рейнольдс саны критикалық мәннен үлкен болғанда пайда болады:

$$Re_{-кр-"} = 16,4_{-,-} d - R_{...}$$

(11)

Бұл формула $d/R \geq 8 \cdot 10^{-4}$ болғанда әділетті.

Рейнольдс саны өскен жағдайда, оның мәні келесідей анықталады:

$$Re_{-кр-"} = 18500_{(,,} d - 2R_{.}) - 0,28.$$

(12)

Аралық облысы, Re -кр., $\langle Re \rangle$, Re -кр., болса, күрделі қозғалыспен сипатталады.

Жылытуға қажетті жылу мөлшері $Q_{к.ж.}$ келесі формуламен есептелінеді [2,3]:

$$Q_{к.ж.} = (t_{к.} - t_{ор.})(C_{с.}, V_{с.}, P_{с.}, c_{0.}, V_{0.}, P_{0.}, C_{ш.}, m_{ш.}, C_{б.}, m_{б.}). \quad (13)$$

Қозғалтқышты жылытқанда оның жылу мөлшерінің біраз энергиясы қоршаған ортаға беріледі.

$$Q_{со.} = P_{ко.} t_{2}. \quad (14)$$

Сыртқы ортаға жұмсалатын жылу алмасу қуаты:

$$P_{ко.} = \lambda S_{б.} (t_{i.} - t_{с.}) - L. \quad (15)$$

Жылу аккумуляторының жақсы изоляциясына қарамастан ол өзінің біраз жылу мөлшерін сыртқы ортаға жұмсайды. Диффузия әсерінен жылу энергиясы суық ортаға ұмтылады. Оның шығыны келесі формуламен анықталады:

$$Q_{ш.э.} = \lambda_{mm.} S_{a.} T (t_{ia.} - t_{ca.}) - L. \quad (16)$$

Отынды тұтандыру температурасына дейін қыздыру үшін қажетті жылу мөлшерін келесі теңдеумен анықтауға болады:

$$Q = G_{о.} c_{о.} (t_{о.ш.ығ.} - t_{о.к.ір.}) \quad (17)$$

Жылу аккумуляторы ішінде орналасқан жылыту сұйығының энергиясы:

$$Q = m C (t_2 - t_1) \quad (18)$$

Аккумулятор ішінде салқындату сұйығы, оның ішінде серіппе тәрізді құбырда отын сақталады. Құбырдағы отын көлемі:

$$V = (\pi \cdot d^2 / 4) S \quad (19)$$

Бірінші іске қосудағы отынның көлемі t ұзақтығында қажетті көлемі:

$$V_{t.} = 60 \cdot G_{-t} \cdot t \cdot 10^{-3} .$$

(20)

Отынды тұтандыру температурасына дейін қыздыру үшін қажетті жылу мөлшерін келесі теңдеумен анықтауға болады

Яғни, жылу аккумуляторының толық ауданын келесі формуламен табамыз:

$$S_{-a.} = 2\pi r(h+r)$$

(21)

Қондырғы ішінде орналасқан салқындату сұйығының нақты көлемін келесідей табуға болады:

$$V = Q_{-akk.} \cdot c_p(t_{-1.} - t_{-2.}) .$$

(22)

Жылу аккумуляторының изоляциясын мен қабырғалардың қалыңдықтарын бірге есептеп отырып, одан сыртқы диаметрін табуға болады:

$$D_{-a.} = 2(r - ai + L + l)$$

(23)

Жылу аккумулятордың сыртқы ауданы:

$$V = \pi D_a^2 / 4H$$

(24)

Жылу аккумулятордың ұзындығы:

$$H = 2(L + l) + h$$

(25)

Қозғалтқышты және бірінші іске қосуға отынды жылытуға қажетті жылу мөлшері $Q_{-ож.}$ келесідей анықталады:

$$Q_{-ож.} = P_{-o.} \cdot V_{-o.} \cdot C_{-o.} + C_{-b.,m} \cdot b_{.} \cdot (t_{-kk.} - t_{-orta.})$$

(26)

Жылу тасымалдағыш құбыргоризонталь орналасқан және сырты жылу изоляцияланбаған. Сондықтан ондай құбырдың жылу тасымалдау процессін жылу тасымалдау коэффициентін пайдалана отырып құбыр қабырғасы арқылы табуға болады:

$$Q = F \cdot n \cdot (T_n - T_w) / K \quad (27)$$

$$K = 1 / (1/\alpha_n + \delta/M + \gamma/M + 1/\alpha_w) \quad (28)$$

Есептік температуралар ретінде есептелінетін период уақытында орта температураны алуға болады. Өйткені, құбыр қабырғасы термикалық кедергісі δ/M , γ/M және жылу алмасу кедергісі $\frac{1}{\alpha_w}$ аз болады.

Құбыр бетінің сыртқы ауданы оның диаметрімен және ұзындығымен анықталады:

$$F = \pi \cdot D_n \cdot L \quad (29)$$

Алдындағы формуланы ескере отырып келесі формула жылу шығынын табуға болады:

$$Q = a \cdot n \cdot \pi \cdot D_n \cdot L \cdot (T_n - T_w) \quad (30)$$

Жылу шығынын есептеу кезінде негігі критерий дұры жылу коэффициентін табу болып келеді. Теория бойынша, жылу беру коэффициенті конвекциялық және сәулелік жылу берілу шамаларымен бірге алынады

$$\alpha_n = \alpha_k + \alpha_l \quad (31)$$

Конвекциялық жылу беру коэффициенті негізінен жел жылдамдығынан және құбырдың ағын бағытына байланысты болады. Құбырдың сыртқы жылу беру коэффициенті жел ағыны кезінде:

желдің ламинарлы режимі ағыны кезінде (Рейнольдс критерийі 1000 аз болғанда)

$$\alpha_k = 0.216 \cdot \beta \cdot \varphi \cdot Re^{0.6} \cdot \gamma_w / D_n \quad (32)$$

$$Re = U \cdot \beta \cdot u \cdot D_n / \nu_w \quad (33)$$

Құбыр ұзындығына байланысты жылу тасымалдағыштың түсу температурасы келесідей анықталады:

$$\Delta T_w = T_w - T_w \cdot (1 - e^{-AL}) \quad (34)$$

$$(35) \quad T-w_k = T-w_{-}, \Delta T-w.$$

Құбырдан кететін жылу шығыны: $Q = c \cdot w \cdot G \cdot \Delta T$. Жылытылған отын құбырмен өткенде қанша жылу мөлшерін жоғалтатынын табу үшін келесі теңдеумен табуға болады:

$$(36) \quad Q_{ж} = lq$$

$$(37) \quad q = k \cdot 3.14 \cdot (t_{к-} - t_{с-})$$

Жылу аккумуляторы ішінде орналасқан жылыту сұйығының энергиясы:

$$(38) \quad Q_{акк} = m \cdot C \cdot (t_2 - t_1)$$

Дифференциалдық теңдеу арқылы белгілі L ұзындықты құбырда өтетін жылытылған отынның суып қалу шамаын табуға болады:

$$dQ = \alpha \cdot n \cdot (T-w_{-} - T-w_{в-}) \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot dL = c \cdot w \cdot G \cdot d(T-w_{-}) \quad (39)$$

Егер отынның температурасы $+6...9 \text{ } ^\circ\text{C}$ болса құбырдың ұзындығын келесідей табамыз:

$$(40) \quad L \cdot k \cdot \pi \cdot D \cdot n = -\ln(1 - \frac{T-w_{-} - T-w_{в-}}{T-w_{-}}) / A$$

Иректүтікті құбырда жылу алмасу процесі жақсы өтуі үшін құбырдың ішкі диаметрі, оның жалы ұзындығы иректүтіктің орам саны мен адымы есептелінді. Жылу аккумуляторы бойынша қорытынды жасалынды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Пыхтя В. А. Экспериментальные исследования системы предпускового разогрева двигателя с тепловым аккумулятором / В. А. Пыхтя // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля – 2010. - № 6 (148). – С. 246 – 251.
2. Якубович, А.И. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Конструкция, теория, проектирование / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2011. – 436 с.

3. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов. – Изд. 4-е, стер. – М.: Высшая школа, 2008. – 496 с.