

**ЭЛЕМЕНТАРЛЫ ДЕНЕЛЕРДІҢ САЗДЫ
ТИКСОТРОПТЫ ЕРІТІНДІДЕ ЖҮКТЕУ**

А. С. Нұрмағанбетов, Т.Ф.К., Ж. Ж. Жунусбекова

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

Определены силы сопротивления движению элементарных тел в глинистом тиксотропном растворе для различных режимов течения раствора.

Ключевые слова: глинистый тиксотропный раствор, нагружение элементарных тел.

The research defines the forces of resistance to the movement of elementary bodies in clay thixotropic liquid for various modes of liquid stream.

Key words: clay thixotropic liquid, immersing of elementary bodies.

«Топырақтағы қабырға» әдісімен тереңдетілген ғимараттардың құрылысында топырақты өңдеу әдетте сазды тиксотропты ерітіндіде іске асырылады. Ерітіндінің тиксотроптылығы тыныштық күйде суытылған сұйыққа, ал сыртқы механикалық әсер болғанда сұйық күйге ауысу қабілетімен сипатталады.

Ор қазатын машинаның жұмыс мүшесін батырғанда орлардың қабырғаларының орнықтылығы сазды ерітіндінің жоғарғы гидростатикалық қысым және топырақтың саңылауларының кольматациясы үрдісінде сазды су өткізбейтін қабықтың түзілуі есебінен қамтамасыз етіледі.

Сазды ерітіндінің нақты параметрлерін таңдағанда өңделетін топырақтың қасиеті алынбайды. Сазды ерітінді машина мен механизмдердің қалыпты жұмысын қамтамасыз ету керек, орлардың қабырғаларының орнықтылығы мен қалыптастыратын ордың құрылымының сапасын сақтау керек.

Тұтқыр-иілгіш ерітінді қозғалысы кезінде 4 тәртіп қарастырылады:

– швед тәртібі – қозғалысының жылдамдығы өте аз секундына бірнеше сантиметр болатын құрылымы бұзылмаған тәртіп. Сұйықтық тиімді ньютон тұтқырлығына ие η_1 ;

– бингамдық тәртіп – құрылымы үздіксіз бұзылатын сұйықтықтың ағынының тәртібі; ағынның жылдамдығы 1,25 м/с болғанда байқалады, мұндай ағынның тәртібі үшін құрылымдық тұтқырлық η деген түсінік енгізіледі;

– псевдоламинарлы тәртіп – толығымен құрылымы бұзылған сұйықтықтың ағынының тәртібі; ағынның жылдамдығы 1,5 м/с болғанда байқалады, сұйықтықтың динамикалық тұтқырлығы μ_p болады;

– турбулентті тәртіп – салыстырмалы үлкен жылдамдықпен (2 м/с жоғары) өтеді, бұл жағдайда фиктивті тұтқырлығы бар μ_ϕ сұйықтықтың қарқынды араласуы болады.

Осыған байланысты сазды ерітіндіде қозғалатын жер қазатын машиналардың жұмыс мүшелеріне қосымша кедергі күштері әсер етеді. Алайда бар машиналарды жобалағанда осы кедергінің шамасы ескерілмеген.

Ерітінді жағынан жұмыс мүшесіне әсер ететін кедергі күштерді орнату әдісі оны жазық денелер мен айналу денелердің жиынтығы ретінде ұсынуға негізделген.

Жалпы жағдайда қатты денелердің сұйықтықта қозғалуы үш құраушыдан тұрады:

$$\vec{R}_C = \vec{T} + \vec{P}_{\text{гд}} + \vec{P}_e, \quad (1)$$

мұндағы \vec{R}_C – жұмыс мүшесін ерітіндіде ауыстырудың қосынды кедергі күші;

\vec{T} – үйкеліс күші;

$\vec{P}_{\text{гд}}$ – гидродинамикалық бүйір кедергісі;

\vec{P}_e – итеруші күш.

Элементарлы ілгерлемелі қозғалатын табақша мен айналатын тегіс цилиндрге сазды тиксотропты ерітінді ағынының өртүрлі тәртіптерінде: швед, бингамдық, псевдоламинарлы, турбулентті тәртіптерінде әсер

ететін күштерді анықтайық [1]. Табақша үшін қалыңдығы шексіз аз шама болғандықтан, цилиндр үшін ілгерлімелі қозғалыс болмағандықтан табақша мен цилиндрдің элементтерінің қозғалысының кедергі күштерін анықтағанда гидродинамикалық бүйір кедергісі мен итеруші күштері алынбаған.

Бингам-Кельвин үлгісін ескеріп, швед тәртібі үшін болады [2]:

– табақша үшін

$$R_C = 2F \frac{\eta_1 \varepsilon E_1 E_2 + \sigma_0 t E_1 E_2}{(E_1 (1 - e^{-\frac{t}{t_0}}) + E_2) \eta_1 + t E_1 E_2}, \quad (2)$$

мұндағы η_1 – релаксациялы тұтқырлық;

ε – қатыстық деформация;

E_1 – бастапқы шартты-лездік қозғалу модулі;

E_2 – иілгіш модулі;

σ_0 – серпінділік шегі;

t – жүк түсіру уақыты;

t_0 – релаксация уақыты;

– цилиндр үшін

$$R_C = 2\pi RL \frac{\eta_1 \varepsilon E_1 E_2 + \sigma_0 t E_1 E_2}{(E_1 (1 - e^{-\frac{t}{t_0}}) + E_2) \eta_1 + t E_1 E_2}. \quad (3)$$

Ерітінді ағынының бингамдық тәртібі үшін:

– табақша үшін

$$R_C = 2F \left(\tau_0 \pm \eta \frac{dU}{d\delta_t} \right), \quad (4)$$

мұндағы τ_0 – қозғалудың шеткі кернеуі;

$\frac{dU}{d\delta_t}$ – пластинка элементінің жылдамдық градиенті;

η – кинематикалық тұтқырлық, «плюс» немесе «минус» таңбасы қозғалудың жанама кернеуінің меншікті күшінің бағыты оң болу

керек деген талапты ескере отырып, жылдамдық градиентінің таңбасына сәйкес қойылады;

– цилиндр үшін

$$R_C = 2\pi RL\tau_0 \left(3 - \frac{R_T^2}{R} - \ln \frac{R_T^2}{R} \right), \quad (5)$$

мұндағы R_T – сұйықтың тұтқырлық ағыны аймағының радиусы.

Псевдоламинарлы төртіп:

– табақша үшін

$$R_C = \pm 2F\mu_p U_{max} \frac{\delta_T}{H_{max}}, \quad (6)$$

мұндағы μ_p – динамикалық тұтқырлық;

U_{max} – сұйықтың ағынының максималды жылдамдығы;

δ_T – шекаралас қабаттың қалыңдығы;

H_{max} – табақша элементінен максималды қашықтық;

– цилиндр үшін

$$R_C = 2\pi RL\mu_p \omega, \quad (7)$$

мұндағы ω – цилиндрдің айналуының бұрыштық жылдамдығы.

Ерітінді ағынының турбуленттік төртібі үшін:

– табақша үшін

$$R_C = 2F \frac{U^*}{l} (\mu_\phi + \rho_c l U^*), \quad (8)$$

мұндағы U^* – сұйықты кесу жылдамдығы мен динамикалық жылдамдығы;

l – араластыру жолының орташа мөні;

μ_ϕ – фиктивті тұтқырлы;

ρ_c – сазды ерітіндінің тығыздығы;

– цилиндр үшін

$$dR_C = \frac{2\pi RL \vartheta}{l} (\mu_\phi + \rho_c l^2 \vartheta). \quad (9)$$

Алынған тәуелділіктер швед тәртібі үшін денелердің қозғалысының кедергі күші ерітіндінің релаксионды тұтқырлығына, иілгіштік модуліне, ерітіндінің серпінділік шегіне байланысты болады деген шешім жасауға мүмкіндік береді. Бингамдық тәртіп үшін кедергі күші қозғалудың шеткі кернеуіне, сұйықтың ағысының жылдамдық градиентіне кинематикалық тұтқырлығына байланысты. Псевдоламинарлы тәртіп үшін – динамикалық тұтқырлықтан, сұйықтың ағынының жылдамдығына, сұйықтың шекаралық қалыңдығына байланысты. Турбулентті тәртіп үшін сұйықтың ағынының динамикалық тұтқырлығынан араластырудың орташа жолына, фиктивті тұтқырлыққа байланысты.

Ұсынылған материал негізінде УТФ-1, ОТ-1 фрезерлі қондырғылары және ЛОГ-9 кері күрегінің ерітіндіде қозғалуы кезіндегі жүктелуі анықталды.

Әдебиеттер

1. *Кадыров А. С., Нурмаганбетов А. С.* Нагружение землеройных машин при работе в среде глинистого тиксотропного раствора. – Караганда: Санат, 2007. – 152 с.

2. *Огibalов П. М., Мирзаджанзаде А. Х.* Нестационарное движение вязкопластичных сред. – М.: МГУ, 1970. – 415 с.