

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.3. - Б.17-20

ФРАКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ БІРТЕКТІ ЕМЕС ЖЫНЫС ҮЙМЕСІНЕ ШӨМІШТІ ЕНГІЗУ КҮШТЕРІН АНАЛИТИКАЛЫҚ АНЫҚТАУ

Бейсеков М.Д., Сәрсенқызы А.

Шөмішті органның тау-кен массасымен өзара іс-қимыл үрдістерін зерттеуге көп жұмыстар арналған [1].

Шөмішті органның тау-кен массасымен өзара іс-қимыл теориясын дамытуға ғалымдар – Г. В. Родионов, с. С. Музгин, А. О. Костылев, О. Д. Гагин, Ю. Ф. Фабричный және басқалар да үлкен үлес қосты.

Жүргізілген зерттеулерді талдау нәтижесінде келесіні анықтадық: барлық жұмыстар сусымалы ортаның механика теориясында негізділген [2,3]. Кейбір маңызды жағдайлар түсініксіз болып немесе зерттеушілердің көз аясында ескерілмей қалды. Бұл – шөміштің тау жынысының үймесіне ену үрдісіне және оның жұмыс жиегінің бойымен жүктеменің таралуына едәуір әсер ететін тау жынысының ірі дәнділігіне қатысты. Шөміш түбінің жұмыс жиегімен тау қатары арасында тау жынысының қысылған ірі дәні орналасуы мүмкін. Осы жағдай шөміштің тау жынысының үймесімен өзара әрекеттесу сипатын едәуір өзгертеді.

Бұл жағдай бұрын зерттелмеген, жүктемені шөміш ені бойынша үлестіруін біркелкі деп қабылданған. Бұл қабылдау, енгізу күшті аналитикалық есептеуін оңайлатады, бірақ үлкен қателіктерге келтіреді (әкеледі). Шөміштің ірі дәнді тау жынысының үймесіне ену кезіндегі оның алдыңғы жиегінің жүктелуі динамикалық сипатта болады [5].

Жүктеменің үлестіруінің біркелкі еместігін сипаттайтын әркелкілік коэффициентін k алуға болады.

Бұл көрсеткіш келесіге тең: $k = P_{\max}/P_{\text{орт}}$;

мұндағы: P_{\max} – шөміш жиегіндегі максималды үдемелі жүктеме;

$P_{\text{орт}}$ – қысым (арынды) күштің орташа мәні.

Шөмішті тиегіш машиналардың көсіп алу заманауи теориялары сусымалы денелердің механикалық теориясында негізінделген. Шөміштің тау жыныстар үймесімен күштікөзара іс-қимылмеханизмін сипаттау кезінде басты рөлін қалыптасқан тығыздалған ядроға (дәнге) және екі сырғанау призмаларға береді [1, 2].

Тығыздалған дән шөміштің алдыңғы және бүйір жиектері алдында қалыптасқан жыныстың ұсақ бөлшектерінен тұрады.

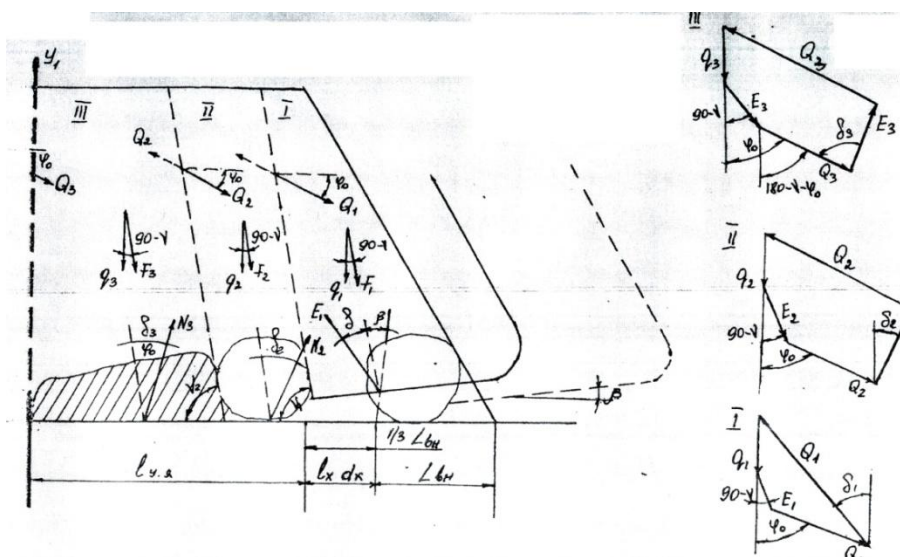
Есептік формуларды шығару кезінде тау-кен массасы сусымалы орта деп қарастырылады да, "ұсақ" бөлшектер қатарына өлшемдері 200 ... 400 мм кесектерді кіргізеді.

Ірі тау-кен массасын тиеу үрдісінің өзара іс-қимыл механизмін жеткілікті дәлдікпен сипаттау үшін сусымалы денелер теориясын пайдалану күмән келтіреді.

Фракциялық құрамы біртекті емес үймемен шөміштің өзара іс-қимыл механизмін зерттеуін модельді қондырғыда жүргізілді [3].

Зерттеулер нәтижесінде, шөміштің үймеге енгізуінде үш сырғанау призмалардың пайда болғаны байқалды. Бірінші призма тиелген жүкпен пайда болды, екінші – тікелей кесек материалдан пайда болды, үшінші – тығыздалған ядродан. Сондықтан, шөміштің жыныстық үймесімен күштік өзара іс-қимыл механизмін: сусымалы орта – кесек жынысы – тығыздалған ядро жүйесі деп қарастыру қажет.

Зерттеулер негізінде, нақты өндірістік жағдайлар үшін, шөміштің енгізу күшін есептеу сұлбасы ұсынылды (сур. 1). Бұл сұлба сусымалы орта теориясын ірі кесекті тау-кен массасын тиеумен байланыстаруына мүмкіндік береді.



1 – сурет. Ірі кесекті тау жынысының үймесіне шөміштің енгізу сызбасы.

Есептеу сұлбасы тәжірибелі мәліметтер және келесі болжамдар негізінде ұсынылған: жыныстардың ірілігіне қарамай бөлшектер арасындағы байланыс тек қана үйкеліс күштерімен себептелген; жыныс кесегінің артындағы үйме материалы тұтас және сусымалы дене деп қабылданады (Кулон гипотезіне сәйкес сырғанау призмалары қатқан деп қарастырылады); бірінші призманың шөміш түбіне қысымы Кулон – Рэнкан заңына тәуелді; жылжу бұрыштары тең деп қабылданады, яғни $v_1 = v_2 = v_3$; ішкі үйкеліс бұрышы табиғи еңіс бұрышына φ_0 тең деп қабылданады; шөмішті енгізу кезінде барлық бөлшектер сырғанау жазықтығы бойынша параллель жылжиды; есепті жеңілдету үшін сырғанау призмалардың бүйір жазықтары тік деп қабылданады, ал шөмішті енгізу кезінде туындайтын үйкеліс күштертердің үймеге қысымы белсенді қысым болып саналады.

Осы жорамалдар негізінде, көпбұрыштар күштерінен I, II және III (тығыздалған ядроның, жыныс кесегінің және шөміш түбінің үстінде орналасқан сырғанау призмаларға әсер ететін) барлық сырғанау призмалардың тепе-теңдік теңдеулері құрастырылды (сур. 1):

$$\begin{aligned} & - E_1 \cdot \sin(\delta + \beta) + F_1 \cdot \cos v + Q_1 \cdot \sin(v + \varphi_0) - q_1 = 0 \\ & E_1 \cdot \cos(\delta + \beta) - F_1 \cdot \sin v - Q_1 \cdot \cos(v + \varphi_0) - q_1 = 0 \\ & - Q_1 \cdot \sin(v + \varphi_0) + F_2 \cdot \cos v + Q_2 \cdot \sin(v + \varphi_0) + N_2 \cdot \sin \varphi_0 - q_2 = 0 \\ & Q_1 \cdot \cos(v + \varphi_0) - F_2 \cdot \sin v - Q_2 \cdot \cos(v + \varphi_0) + N_2 \cdot \cos \varphi_0 - q_2 = 0 \\ & - Q_2 \cdot \sin(v + \varphi_0) + F_3 \cdot \cos v + Q_3 \cdot \sin(v + \varphi_0) + N_3 \cdot \sin \varphi_0 - q_3 = 0 \\ & Q_2 \cdot \cos(v + \varphi_0) - F_3 \cdot \sin v - Q_3 \cdot \cos(v + \varphi_0) + N_3 \cdot \cos \varphi_0 - q_3 = 0 \end{aligned}$$

мұндағы E_1 – шөміш түбінің жазықтығына бірінші сырғанау призманың қосынды қысымы; q_1, q_2, q_3 – сырғанау призмалардың салмақтары; F_1, F_2, F_3 – сырғанау призмалардың ішкі күштердің өзара іс-қимылдары; N_2, N_3 – екінші және үшінші сырғанау призмалардың кесек жынысына және тығыздалған ядроға қысымдары;

φ_0 – үйменің табиғи еңіс бұрышы; δ – үймедегі материалдың ішкі үйкеліс бұрышы; β – түптің еңкею бұрышы; v – жылжу бұрышы.

Жыныс кесегінің диаметрі d_{cp} шөміш енінен кем болғандықтан сырғанау призмалардың көлемін, демек, енгізу күшін дәлдікпен анықтау үшін есеп сұлбасына екі сырғанау призмалары енгізіледі (V_4 және V_5): бірінші сырғанау призманың V_4 жазықтығы шөміштің алдыңғы жиегінен басталады, ал екінші сырғанау призманың V_5 жазықтығы біріншіден ℓ_n қашықтығында.

Қосымша екі призмаларды енгізгеннен кейін тепе-теңдік теңдеулер жүйесі келесі түрде болады:

$$\begin{aligned} & - E_1 \cdot \sin(\delta + \beta) + F_1 \cdot \cos v + Q_1 \cdot \sin(v + \varphi_0) - q_1 = 0 \\ & E_1 \cdot \cos(\delta + \beta) - F_1 \cdot \sin v - Q_1 \cdot \cos(v + \varphi_0) - q_1 = 0 \\ & - Q_1 \cdot \sin(v + \varphi_0) + F_2 \cdot \cos v + Q_2 \cdot \sin(v + \varphi_0) + N_2 \cdot \sin \varphi_0 - q_2 = 0 \\ & Q_1 \cdot \cos(v + \varphi_0) - F_2 \cdot \sin v - Q_2 \cdot \cos(v + \varphi_0) + N_2 \cdot \cos \varphi_0 - q_2 = 0 \\ & - Q_2 \cdot \sin(v + \varphi_0) + F_3 \cdot \cos v + Q_3 \cdot \sin(v + \varphi_0) + N_3 \cdot \sin \varphi_0 - q_3 = 0 \\ & Q_2 \cdot \cos(v + \varphi_0) - F_3 \cdot \sin v - Q_3 \cdot \cos(v + \varphi_0) + N_3 \cdot \cos \varphi_0 - q_3 = 0 \\ & - E_4 \cdot \sin(\delta + \beta) + F_4 \cdot \cos v + Q_4 \cdot \sin(v + \varphi_0) - q_4 = 0 \\ & E_4 \cdot \cos(\delta + \beta) - F_4 \cdot \sin v - Q_4 \cdot \cos(v + \varphi_0) - q_4 = 0 \\ & - Q_4 \cdot \sin(v + \varphi_0) + F_5 \cdot \cos v + Q_5 \cdot \sin(v + \varphi_0) + N_5 \cdot \sin \varphi_0 - q_5 = 0 \\ & Q_4 \cdot \cos(v + \varphi_0) - F_5 \cdot \sin v - Q_5 \cdot \cos(v + \varphi_0) + N_5 \cdot \cos \varphi_0 - q_5 = 0 \end{aligned}$$

мұндағы E_4 – шөміш түбінің жазықтығына бірінші қосымша сырғанау призманың қысымы; N_5 – екінші қосымша сырғанау призманың тығыздалған ядроға қысымы; q_4, q_5 – сырғанау призмалардың салмақтары; F_4, F_5 – сырғанау призмалардың бүйір жазықтарындағы үйкеліс күштері; Q_4, Q_5 – сырғанау призмалардың ішкі күштердің өзара іс-қимылдары.

Теңдеулер жүйесінен сырғанау призмалардың (бірінші, екінші және үшінші, сондай-ақ, төртінші және бесінші) өзара іс-қимылының ішкі күштерін шығарып және түрлендіруден кейін келесіні табамыз:

$$\begin{aligned} E_1 &= q_1 \cdot \sin(v + \varphi_0) - F_1 \cdot \cos(2v + \varphi_0) / \sin(v + \varphi_0 - \delta - \beta), \\ N_2 &= q_2 \cdot \sin(v + \varphi_0) - F_2 \cdot \cos(2v + \varphi_0) / \sin(2\varphi_0 + v), \end{aligned}$$

$$N_3 = q_3 \cdot \sin(\nu + \varphi_0) - F_3 \cdot \cos(2\nu + \varphi_0) / \sin(2\varphi_0 + \nu),$$

$$E_4 = q_4 \cdot \sin(\nu + \varphi_0) - F_4 \cdot \cos(2\nu + \varphi_0) / \sin(\nu + \varphi_0 - \delta - \beta),$$

$$N_5 = q_5 \cdot \sin(\nu + \varphi_0) - F_5 \cdot \cos(2\nu + \varphi_0) / \sin(2\varphi_0 + \nu)$$

Жыныс кесегі мен тығыздалған ядро бірге жылжығандықтан, онда шөміш түбінің алдыңғы жұмыс жиегіне екінші және үшінші призмалардың екі көлденең құрайтын қысымдар әсер етеді. Жыныс кесегі мен тығыздалған ядро бірге жылжығандықтан және сусымалы жүктің үйкеліс бұрышы $2\varphi_0$ -ге тең болғандықтан, түп жиегіндегі кедергісі келесіге тең болады $2(N_2 + N_3) \sin\varphi_0$.

Бірінші призманың көлденең құралған тірек күші, яғни $E_1 \sin(\delta + \beta)$, шөміштің енгізуіне қарсылық жасайды. Сонымен қатар, шөміш түбінің алдыңғы жұмыс жиегіне бесінші призманың көлденең құралған қысым $2N_5 \sin\varphi_0$ әсер етеді және де төртінші призманың көлденең құралған тойтарыс күші $E_4 \sin(\delta + \beta)$ енгізуіне қарсылық жасайды.

Формуларға $N_2 = E_2$, $N_3 = E_3$, және $N_5 = E_5$ белгілерді кіргізгенде шөміш түбінің енгізу кедергісін анықтаймыз:

$$P_{\text{дн}} = E_1 \sin(\delta + \beta) + 2(E_1 + E_2) \sin\varphi_0 + E_4 \sin(\delta + \beta) + 2E_5 \sin\varphi_0$$

Әдебиеттер тізімі

1. Sarkar, Mayukh; Shaw, Rakesh Kr.; Ghosh, Subrata Kr., Numerical analysis of stresses in mine excavator bucket, JOURNAL OF MINING SCIENCE, 2015, vol. 51, pp. 309-313.
2. Родионов Г.В., Михирев П.А. Основные закономерности при взаимодействии ковша со штабелем насыпного груза. СО АН СССР: сб. науч. Трудов, - Новосибирск, 1957.- Вып. 19.- с. 7-18.
3. Музгин С.С. Эксакация крупнокусовой горной массы. Алма – Ата, 1973.- 124 с.
4. Бейсеков М. К вопросу образования уплотненных ядер // Актуальные проблемы современности. Международный сборник научных трудов, вып.4. Караганда. Болашак-Баспа. 2006.
5. Бейсеков М.Д., Абишев К.К., Олжатай М.Ж., Сәрсенқызы А. Алдыңғы жиегі өзгертін шөміштің тау жынысының үймесіне еңгізу динамикасының кейбір мәселелері. ҚазККА Хабаршысы №1 (96) 2016. – с. 4-7.