

УДК. 621.926.3.001.24.(07)

**Қўзгалувчан конус кинематикасини ҳисобга олган ҳолда конусли
майдалагич камерасининг қамраш бурчагини аниқлаш.**

Тожиёв Р.Ж., Садуллаев Х.М., Туйчиева Ш.Ш.

Фарғона политехника институти

Ушбу мақолада конусли майдалагич майдалаш камераси қамраш бурчагини қўзгалувчан конуснинг мураккаб фазовий траектория бўйлаб ҳаракати ва майдалаш кучларининг йўналишини эътиборга олган ҳолда ҳисоблаш методикаси берилган.

Таянч сўзлар: конус, майдалагич, биссектриса, қамраш бурчаги, траектория, абсцисса, вектор, камера, эластик, пластик, деформация, контакт.

**Определение угла захвата камера дробления конусной дробилки с
учетом кинематики подвижного конуса**

В данной статье дано методика расчета угла захвата камера дробления конусной дробилки с учетом движения подвижного конуса по сложным пространственным траекториям и направление действия сил дробления.

Ключевые слова: конус, дробилка, биссектриса, угол захвата, траектория, абсцисса, вектор, камера, эластик, пластик, деформация, контакт.

**Identifying angle of capture of a crushing chamber, by taking into
account the kinematics of movable cone crusher**

In this article, a method is given for calculating the angle of capture of a crushing chamber of a cone crusher, taking into account the motion of the movable cone along complex spatial trajectories, and the direction of action of the crushing

Key words: cone, crusher, bisector, vector, trajectory, camera, elastic, plastic, deformation, contact, abscissa.

Маълумки, конусли майдалагич майдалаш камерасининг қамраш бурчаги унинг асосий конструктив параметрларидан бири бўлиб, майдалагичнинг технологик режими ва техник тавсифлари билан аниқланади. Ҳозирги кунда конусли майдалагичларнинг қамраш бурчагини аниқлашда жағли майдалагичлар учун ишлаб чиқилган усулдан фойдаланиб келинмоқда. Амалда ҳар қандай ҳолатда ҳам улар орасида тафовут бўлмаслиги исботланган [1]. Ўтказилган назарий текширувлар шуни кўрсатдики, майдалагичнинг қамраш бурчаги ўз бурчагининг биссектрисасига нисбатан йўналган майдалаш кучлари таъсирида бўлар экан. Бу факторнинг таъсирини эътиборга олмаслик, майдалагичнинг техник имкониятларини пасайтиришга ёки унинг ишлаш жарёнида номақбул оқибатларга олиб келади. Шу муносабат билан ушбу ишда майдалагич камераси қамраш бурчаги ва қўзгалувчан жағ контактли нуктасидаги тезлик вектори ўртасидаги боғланиш таҳлил қилинган. Одатда жағли, конусли, валикли ва бошқа турдаги майдалагичлардаги қамраш бурчаги Л.Б.Левенсоннинг усули бўйича аниқланади, бунда ҳаракатланаётган элементнинг контакт нуктадаги тезлик вектори камеранинг

Тажрибавий тадқиқотлар (2-расмда) натижаларининг кўрсатишича, чегараланган қамраш бурчагининг ўлчами θ^1 бурчагига жиддий равишда боғлиқ бўлиб, V_n вектор тезлиги биссектрисанинг йўналган ўлчами билан мос келганда, $\theta^1=0^0$ да максимал қийматга эга бўлади.

Ҳоҳлаган томонга йўналган ўлчамдаги тезлик векторининг оғиши қамраш бурчаги чегарасининг камайишига олиб келади.

Тажрибавий тадқиқотларнинг таҳлил натижаларига қараб айтиш мумкинки, кўзгалувчан жағнинг контактли нуктадаги тезлик вектори ўзгариши натижасида майдалагич камераси қамраш бурчагидаги чегаравий ўлчамининг камайиши майдалагич сиртининг шу жойида ишқаланиш кучининг камайиши ҳисобига рўй берар экан. Бунда, ўша жағга нисбатан ишқаланиш кучи камаяди, ҳамда сиртлар орасидаги бурчак ва тезлик вектори кичик бўлади. Тезлик векторининг меъёрдан оғиши бир вақтнинг ўзида материалга нормал ва силжувчи юкламалар таъсир этишига олиб келади. Контактли зонадаги бўлакнинг (материалнинг) кучланганлик ҳолати жиддий равишда сиқувчи юкламаларнинг таъсиридаги кучланганлик ҳолатидан фарқ қилади. Берилган зонада бўлақлардаги чўзилувчи кучланишлар миқдори уринма кучланишларнинг ўсиши натижасида ортади, сиқувчи кучланишлар миқдори эса камаяди. Контактли зонада силжитувчи нагрузканинг ҳосил бўлиши кучланишнинг қайта тақсимланишига олиб келади, бунда майдалаш камерасида материални (бўлакни) қамраб олиш шароити ўзгаради.

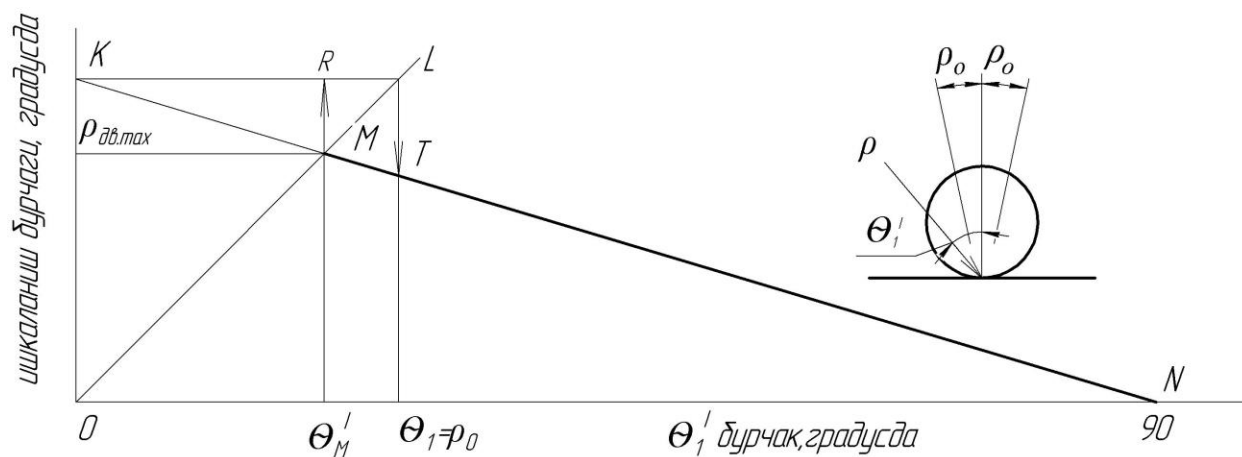
Юқорида айтиб ўтилганларни исботлаш учун майдаланаётган бўлақлар билан майдаловчи сиртнинг ўзаро таъсирида вектор тезлигининг ўзгариш схемасини (2-расм) кўриб чиқамиз.

Абсциссалар ўқи бўйлаб, θ_1^1 бурчагининг қиймати, ординаталар ўқи бўйлаб эса ишқаланиш бурчаги қиймати келтирилган. $\theta_1^1=0^0$ қийматда ишқаланиш бурчаги максимал қийматга эга бўлади ва ρ_0 га тенг бўлади. $\theta_1^1=90^0$ да ишқаланиш бурчаги ҳаракати 0 га тенг бўлади ва нормал босимнинг кучи мавжуд бўлмайди.

$0 < \theta_1^1 < \rho_{0\text{..max}}$ (КР чизиғи) чегараларда майдаловчи сиртга векторнинг нормал меъёрдан оғиш ўлчовига кўра, ишқаланиш бурчаги ўзгармай қолади ва тинч ҳолатдаги ишқаланиш бурчагига тенг бўлади. θ_1^1 бурчакнинг $\rho_{0\text{..max}} < \theta_1^1 < \rho_0$ қийматгача ортиши билан ишқаланиш бурчаги камаяди ва тинч ҳолатдаги ишқаланишдан ҳаракат ишқаланишига ўтади. Берилган ўтишнинг эҳтимоллиги θ_1 бурчакнинг R нуктадан L нуктага ўзгариши 0 дан 1 гача ортади. Кейинги θ_1^1 ($\rho < \theta_1^1 < 90^0$) бурчагининг ортиши ҳаракат ишқаланиш бурчагининг чизиқли қонун бўйича ўзгаришини кўрсатади.

$$\rho_{0\text{..max}} = \rho_0 (1 - \theta_1^1 / 90) \quad (1)$$

θ_1^1 бурчагининг камайиши ҳисобига ҳаракат ишқаланиш бурчагида тинч ҳолатдаги ишқаланиш бурчагига қайтувчи ўтиш рўй беради. Берилган ўтиш эҳтимоллиги T нуктадан M нуктага 0 дан 1 гача ортади.



2-расм. Тезлик векторининг жойлашишига боғлиқ ҳолда ишқаланиш бурчагининг ўзгариш схемаси.

ρ_0 ва $\rho_{\partial\epsilon, \max}$ бурчаклари ўлчамлари орасидаги фарқ майдалаш камерасидаги материал бўлақларининг барқарор бўлмаган қамраш ўлчамини ифодалайди.

$$\Delta\alpha = \rho_0 - \rho_{\partial\mathcal{B},max} \quad (2)$$

Тезлик V_n вектори камраш бурчаги биссектрисасига перпендикуляр бўлганда, $\theta_1' = 0^\circ$ бурчакдаги қийматда барқарор бўлмаган қамраш зонасининг ўлчами катта бўлади ва у қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta\alpha = 2\rho_0 - 2\rho_{\partial\delta,max} = 2(\rho_0 - \rho_{\partial\delta,max}) \quad (3)$$

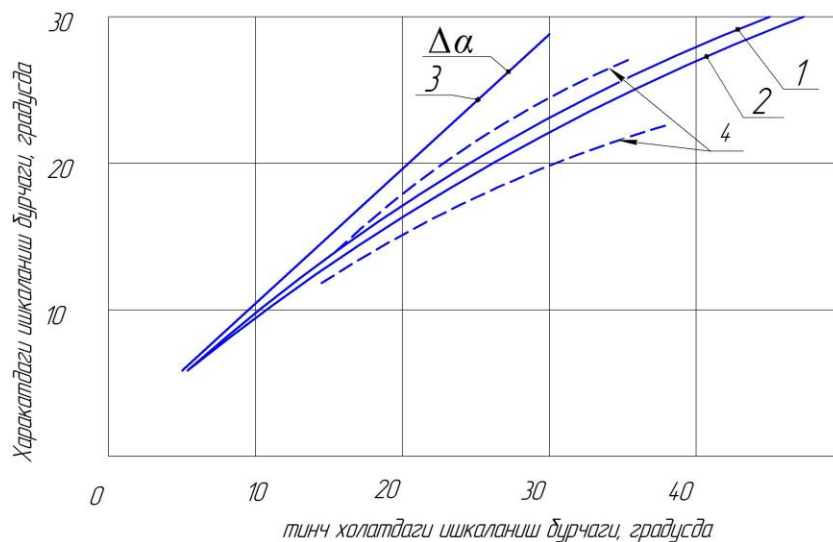
θ_1^1 бурчагини ҳисобга олган ҳолда тинч ҳолатдаги ишқаланиш бурчагининг ҳаракатдаги ишқаланиш бурчагига боғлиқлиги куйидагича белгиланади: $\rho_0 = \theta_1^1$,

$$\rho_{\partial\mathcal{E}} = \rho_0 (1 - \theta'_1/90) \quad (4)$$

θ_1^1 га мос келувчи бурчак қийматини M нуқтада $\rho_{\partial v}$ ни аниқлаш учун қуйидаги формулага қўямиз:

$$\theta_M = \rho_{\partial 6..max} \rho_0 (\theta'_1 / 90) \quad (5)$$

$$\begin{aligned}\rho_{\partial\mathfrak{S},max} &= \rho_0 \left[1 - \frac{\rho_{\partial\mathfrak{S},max}\theta'_1}{90\rho_0} \right] \\ \rho_{\partial\mathfrak{S},max} &= \rho_0 \left[1 - \frac{\rho_{\partial\mathfrak{S},max}\rho_0}{90\rho_0} \right]\end{aligned}\quad (6)$$



3-расм. Ҳаракатдаги ишқаланиш бурчагининг тинч ҳолатдаги ишқаланиш бурчагига боғлиқлиги.

- 1-назарий;
- 2-тажрибавий боғлиқлиги;
- 3-тинч ҳолатдаги ишқаланиш бурчаги чегараси;
- 4-ишончли эҳтимоллик чегараси.

3-расмда келтирилган $\rho_{\text{дв.мах}} = f(\rho_0)$ боғлиқликни ҳосил қиламиз.

$$\rho_{\text{дв.мах}} = \frac{90\rho_0}{90 + \rho_0} \quad (7)$$

Боғлиқликнинг ишончилигини текшириш учун энг кичик квадратлар услубидан фойдаланган ҳолда турли хил тажрибавий шароитлардаги турли хил материалларнинг ишқаланиш тавсифининг тажрибавий тадқиқот натижалари қайта ишланган. Қайта ишлаш натижасида $\rho_{\text{дв.мах}} = f(\rho_0)$ қонуният аниқланди ва унинг қиймати қуйидаги формулада келтирилди:

$$\rho_{\text{дв.мах}} = \frac{105,26\rho_0'}{115,79 + \rho_0} \quad (8)$$

Тажрибавий маълумотларнинг ўртача квадратик оғиши 2,61 ни ташкил этди. $\rho_{\text{дв.мах}} = f(\rho_0)$ боғлиқлик учун 0,9975 эҳтимоллик билан ишончли эҳтимоллилик чегараси аниқланди. 3-расмдан кўриниб турибдики, $\rho_{\text{дв.мах}} = f(\rho_0)$ назарий боғлиқлик ишончилилик эҳтимоллигининг тажрибавий боғлиқлигидаги чегарасида жойлашади. Назарий эгриликнинг тажрибавий эгриликдан ўртача оғиши 5-45° интервалда 5% дан кам миқдорни ташкил этади.

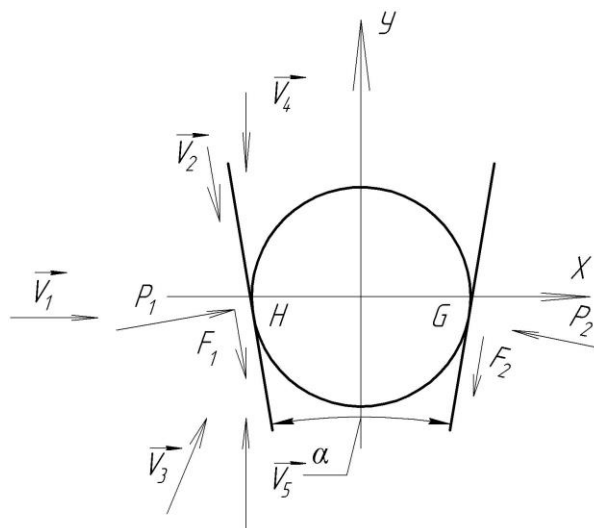
Қўзғалувчан жағнинг (4-расм) контактли нуқтасида турли хил жойлашган вектор тезлигида V_n майдалагич камерасининг максимал қамраш бурчаги α нинг қийматини ҳисоблаймиз.

Тезлик вектори V_n ўз ҳолатини биссектрисага нисбатан нормалликдан майдаловчи юзалардан бирига нисбатан параллеликкача бўлган ораликда ўзгартиради.

$$0 \leq |\theta'| \leq 90 - \alpha/2$$

$\theta_1 < \theta_2$ шартда бурчаклар учун ишқаланиш кучи $\alpha/2 \leq |\theta'_1| \leq 90^\circ$;
 $-\alpha/2 \leq |\theta'_2| \leq 90^\circ - \alpha$ да қуйидагича бўлади:

$$\begin{cases} F_1 = P_1 \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_1/90^\circ) \\ F_2 = P_2 \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}} \end{cases} \quad (9)$$



4-расм. Тезлик векторининг жойлашишига боғлаб камеранинг қамраш бурчагини аниқлаш схемаси.

Кучларнинг ОХ ва ОУ ўқларига проекциялари умумий йиғиндилари:

$$\Sigma X = P_1 \cos \frac{\alpha}{2} - P_2 \cos \frac{\alpha}{2} + F_1 \sin \frac{\alpha}{2} - F_2 \sin \frac{\alpha}{2} = 0 \quad (10)$$

$$\Sigma Y = P_1 \sin \frac{\alpha}{2} + P_2 \sin \frac{\alpha}{2} - F_1 \cos \frac{\alpha}{2} - F_2 \cos \frac{\alpha}{2} = 0$$

Ўрин алмаштириш ва мос келувчи ўзгартиришларни бажарамиз:

$$\left. \begin{aligned} P_1 \cos \frac{\alpha}{2} - P_2 \cos \frac{\alpha}{2} + P_1 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_0/90) + P_2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}} &= 0 \\ P_1 \sin \frac{\alpha}{2} + P_2 \sin \frac{\alpha}{2} - P_1 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_0/90) + P_2 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} P_1 = P_2 \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}}}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_0/90)} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}}}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_1/90)} + \sin \frac{\alpha}{2} - \\ - \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_1/90) \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}}}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \rho_0 (1 - \theta'_1/90)} - \cos \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \rho_{\text{дв.мах}} = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \left[\rho_{\text{дв.мах}} + \rho_0 (1 - \theta_1 / 90) \right] \quad (13)$$

$\rho_{\text{дв.мах}}$ орқали ρ_0 бурчакни ва θ_1 орқали θ_1 ни ифодалаймиз:

$$\rho_0 = \frac{90 \rho_{\text{дв.мах}}}{90 - \rho_{\text{дв.мах}}} \quad \theta_1' = \theta' + \frac{\alpha}{2}$$

$$\alpha = \rho_{\text{дв.мах}} + \rho_0 (1 - \theta_1' / 90) = \rho_{\text{дв.мах}} \frac{\rho_{\text{дв.мах}} \left(90 - \theta' - \frac{\alpha}{2} \right)}{90 - \rho_{\text{дв.мах}}} \quad (14)$$

Бу ерда ҳаракат мах ишқаланиш бурчагига майдалаш камераси рухсат этилган қамраш бурчагининг ва тезлик вектори билан биссектрисага нормал орасидаги боғлиқликни аниқлаймиз:

$$[\alpha_B] \leq \frac{2 \rho_{\text{дв.мах}} (180 - \rho_{\text{дв.мах}} - |\theta'|)}{180 - \rho_{\text{дв.мах}}} \quad (15)$$

2-расмда θ_1 бурчагининг турли қийматларида синов материаллар учун рухсат этилган қамраш бурчагининг ҳисобий қийматлари кўрсатилган. Кўриниб турибдики, майдалагич кўзғалиш элементининг контактли нуктасидаги тезлик векторининг жойлашиши қамраш бурчаги қийматининг аналитик ҳисоби илмий тадқиқотлардаги натижаларга мос келади, бу ҳисоб асосига тўғри назарий шартлар берилганлигини исботлайди.

Кўзгалувчи конуснинг тезлик вектори майдалаш камерасининг қамраш бурчаги ичида жойлашганлиги сабабли уларни қамраш ва бўлақларнинг майдаланиши юз бермайди, чунки бундай ҳолатда камеранинг эни катталашади (агар V_n тезлиги пастга қараб йўналган бўлса) ёки бўлақлар камерада отилиб чиқади (агар V_n тезлиги юқорига қараб йўналган бўлса).

Лаборатория қурилмасида (1-расм) дастлабки сиқилиш ҳолатида материалнинг камерада отилиб чиқишида рўй берувчи α бурчакни аниқлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилган. Бунинг учун чегаравий рухсат этилган қамраш бурчагининг энг кам микдорида материал намунаси камерада сиқилган. Сўнг бўлақнинг сиқилганлик ҳолатини сақлаган ҳолда майдалаш камерасининг бурчаги бўлақ отилиб чиққунга қадар катталаштирилган. Бундай ҳолатда горизонтал теккисликка нисбатан жағларнинг оғиш бурчаги ўлчови амалга оширилган ва α , θ_1 бурчаклари аниқланган. Тажрибаларнинг натижалари шуни кўрсатдики, θ_1 бурчакнинг мос қийматларида дастлабки сиқилган материални отиб чиқарадиган қамраш бурчаги ўлчами чегаравий рухсат этилган қамраш бурчаги ўлчамига мос тушади.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида майдалаш камерасидан материал бўлақлари юқорига отилиб чиқиши ҳосил бўлишига олиб келадиган омилнинг сабабини аниқлаш мумкин.

Сиқилиш йўлининг ўрта ёки охири қисмида бўлақларни қамрашда дастлаб унинг эластиклик ва пластик, деформацияланиши рўй беради ва эластик энергиянинг тўпланишига олиб келади.

Майдалагич қўзғалувчи элементидаги контактли нуктанинг ҳаракатланиш жараёнида унинг тезлик вектори ўзининг йўналишини ўзгартиради, θ' бурчак эса нисбий ўлчам бўйича ортади. Бу билан чегаравий рухсат этилган қамраш бурчагининг ўлчами камаяди, майдалаш камераси ҳақиқий қамраш бурчагининг қиймати доимий қолади. Натижада, критик ҳолат юзага келади, яъни, рухсат этилган қамраш бурчаги берилган бурчакда ҳақиқийсидан кичик бўлса, ишқаланиш кучи билан бўлақни ушлаб тура олмай қолади ва унинг ташқарига отилиб чиқиши рўй беради.

Шундай қилиб, бир томондан бир вақтнинг ўзида икки шарсимон материаллар бўлақларининг сиқилиши бўйича тажрибалар олиб борилган. Бунда бўлақларни отилиб чиқишсиз айлантириш, силлиқлаш ва кўтариш кузатилган. Олинган натижалар асосида камерада бўлақларнинг кўтарилиши ёки отилиб чиқиши билан кузатилган ҳолатлар сиқилиш йўли жараёнида бўлақларнинг контакт нукталаридаги ишқаланиш коэффициентининг ўзгаришига эмас, балки қамраш бурчагининг ўзгаришига боғлиқ бўлар экан деган хулосага келинди.

Адабиётлар:

1. Водопьянов И.Л. Угол захвата в щековых дробилках. Труды ВНИИстройдормаша. М, 1970, №49.
2. Руднев В.Д., Руднев А.Д., Павлюк В.А., Талдыкин Ю.А. Влияние кинематики подвижного конуса на показатели работы конусной дробилки. Строительство и архитектура, 1978, №1.
3. Руднев В.Д. Конусные дробилки среднего и мелкого дробления., Томск, изд. Томского университета., 1988.