

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**АЛИШЕР НАВОИЙ НОМИДАГИ
САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**МУСИҚА, БАДИИЙ ГРАФИКА ВА МЕХНАТ ТАЪЛИМИ
ФАКУЛЬТЕТИ
«УМУМТЕХНИКА ФАНЛАРИ» КАФЕДРАСИ**

**Фан: Кишлок хужалик машиналари
фанидан**

Курс иши

Мавзу: Культиваторлар

Бажарди: Равшанов У.

Текширди: Урунов А.

Самарқанд-2012 й

**Алишер Навоий номидаги Самарқанд давлат университети Бадий
графика, Мусиқа ва меҳнат факультети «Касбий таълим методикаси»
кафедраси 4-курс 4-01 гуруҳ
талабаси Равшанов Улуғбекнинг**

Қишлоқ хўжалик машиналари фанидан бажарган курс ишларининг
таҳлили юзасидан

Қайднома

Сана _____ 2012 й

Эшитилди _____

Берилган
саволлар _____

Сўзга
чиқди _____

Таҳлил юзасида ҳулоса ва баҳо _____

Аъзолари:
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Фойдаланилган адабиётлар

- 1.Шоумарова М., Абдиллаев Т. Қишлоқ хўжалик машиналари. Тошкент. Ўқитувчи. 2002.
- 2.ХамидоваА.Х. Кишлоқ хужалик машиналарини лойихалаш - Тошкент; Укитувчи. 1991 .
- 3.Орлов П.И. Основы конструирования Машиностроение. 1988.
- 4.Орлов П.И. Азбука конструирования – М, Оборонгиз,1988.
- 5.Рахимбеков Ф., ХамидовМ. Қишлоқ хўжалиги мелиорацияси. Тошкент. Ўзбекистон. 1996.
- 6.Ойхўжаев Э.,Кутназаров Х. Қишлоқ хўжалигининг ишлаб чиқаришини механизациялаш. Тошкент. Меҳнат. 1992.
- 7.Гокун В.Б. Унификация и агрегатировани в машиностроении - М, стандарты,1990.
- 8.Ханзен В.Ф. Основы общей методики конструирования – Машиностроение.1999.

МАВЗУ: Культиваторлар.

РЕЖА:

КИРИШ.

I-боб: Култиваторлар хақида умумий маълумот

§ 1.1. Култиваторларнинг иш органлари

§ 1.2. Ўқёйсимон панжаларни лойиҳалаш.

II. боб. Култиваторларнинг ишлаш принцири

§ 2.1. Култиваторларнинг иш органларини кўтариш механизмига таъсир этувчи кучлар.

§ 2.2. Тиркалма ЧКУ-4 маркали чизель-культиваторнинг кинематик

I-боб: Култиваторлар ҳақида умумий маълумот

Култиваторлар тупроқнинг юза қатламини 12...25 см гача чуқур юмшатиш, бегона ўтларни йўқотиш, экинларни чопиқ қилиш, экин қатор ораларида суғориш эгатларини очиш учун мўлжалланган.

Вазифасига кўра тупроқни сидирға ишлайдиган ва экин қатор ораларини чопиқ қиладиган култиваторлар бўлади. Тупроққа сидирға ишлов берадиган култиваторларга шудгорни сидирға ишлайдиган ва экин экиш олдидан тупроққа ишлов берадиган култиваторлар, ҳосил ўриб олинган ангизни 16 см гача ишлов бериб юмшатадиган ясси кескич–култиваторлар илдиз-пояли ўтларни йўқотишда ишлатиладиган штангали култиваторлар, култиватор-юмшатгичлар, боғ ва ўрмон култиваторлари кирази.

Экин қаторлари орасига ишлов бериб, тупроқни юмшатадиган, бегона ўтларни йўқотадиган, экинларни яганалайдиган ва суғориш эгатларини очадиган култиваторлар чопиқ култиваторлари деб аталади. Экинларни ўсиш даврида озиклантириш учун ўғитлаш аппаратлари билан жиҳозланган култиваторлар култиватор-ўсимлик озиклантиргич деб аталади.

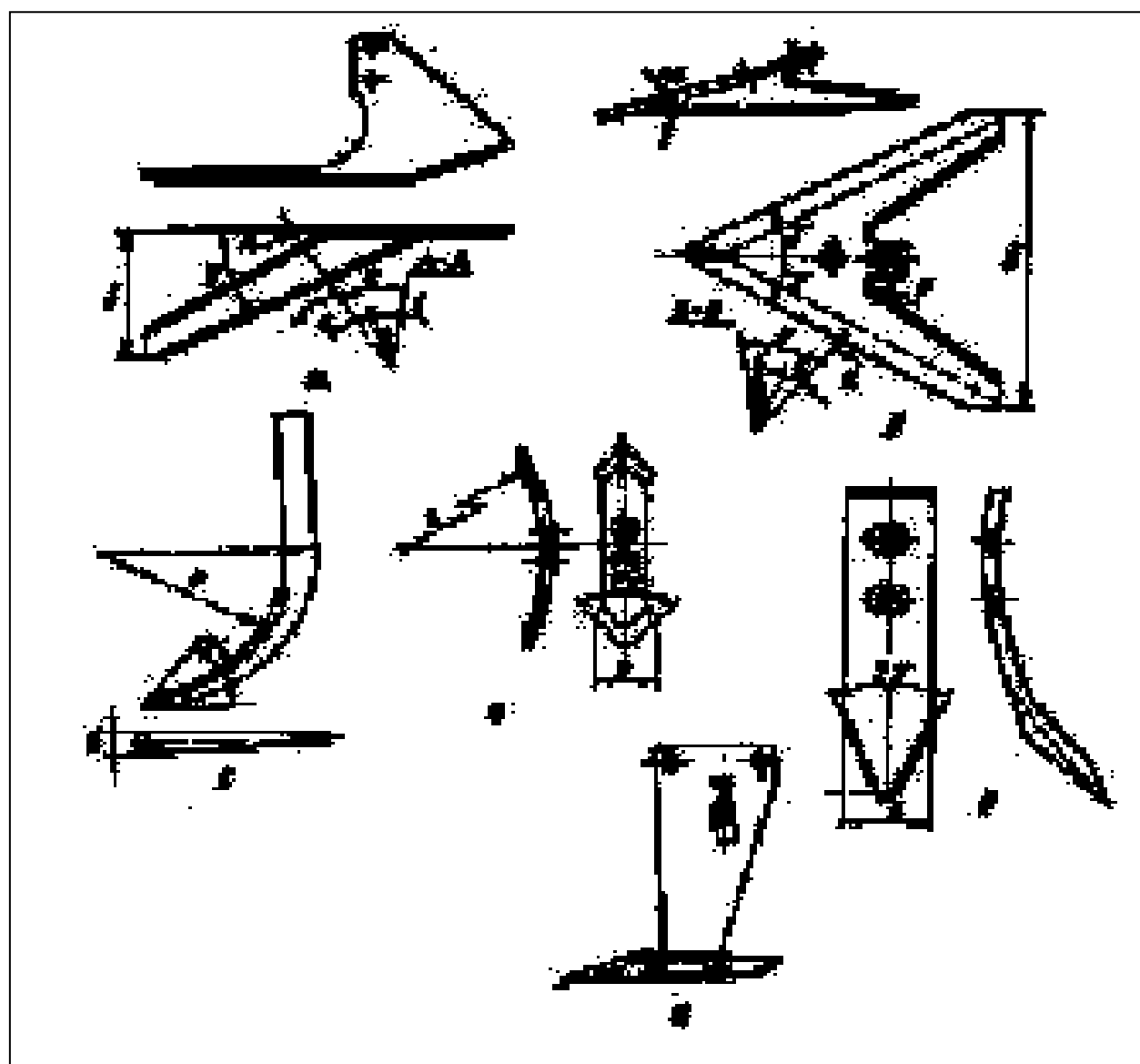
Умумий ишларга ва қатор оралиғига ишлов бериш култиваторларини фарқлари нималардан иборат?

Катта тезликда айланувчи фреза (актив пичоқлар) ва қўзғалмас ўқёйсимон панжалар (пассив иш органлари) билан жиҳозланган машина фрезали култиватор дейилади.

Пахтачиликда шудгорни сидирға ишлаш учун УКП, УКП-Г, ЧК-3,0 ва ЧКУ-4 маркали чизель-култиваторлар ҳамда КФГ-3,6 маркали ўрнатма фрезали култиватордан фойдаланилади.

Ўўза қатор ораларига ишлов бериш учун КРХ-4, КРХ-3,6 ва КХУ-4 маркали култиваторлар-озиқлантиргичлар ишлатилади. Тўрт қаторлиларда тракторга бешта грядиль ўрнатилади. Ҳар қайси грядиль тўрт звеноли параллелограмм механизимидан иборат. Грядиль штангасига ишнинг турига қараб қараб ротацион иш органлари, бир томонлама ётиқ қирқувчи пичоқлар, эгат ўртасини чуқур юмшатувчи ўқёйсимон панжаларлар ўрнатилади. Баъзан, ротацион юлдузчалар ўрнида сферик дисклар ишлатилади.

Бажариладиган иш турига қараб култиваторларга қуйидаги иш органлари ўрнатилади: ўтоқбоп панжалари, юмшатувчи панжалар, махсус иш органлари.



§ 1.1. Култиваторларнинг иш органлари

Бир томонлама ётиқ қирқувчи панжа–пичоқлар бегона ўтларни илдизидан қирқиш, ғўзаларга кўндаланг йўналишда ишлов бериб, ниҳолларни яғаналаш, тупроқни 6...8 см чуқур юмшатиш учун ишлатилади. Панжа горизантал тиғ ва вертикал жағдан иборат. Панжа тиғи бегона ўт илдизини қирқади ва тупроқни увалаб юмшатади, вертикал жағ эса ниҳорларни тупроқ остида қолишдан сақлайди. Шунинг учун бу панжаларни ғўзи ниҳолларига яқинроқ, яъни ҳимоя зонасини кам қолдириб жойлаштириш мумкин. Панжалар ҳар қайси қаторнинг икки томонига ўрнатилганидан улар чапақай ва ўнақай қилиб ясалади.

Панжанинг вертикал тиғи тупроқни текис қирқиб, илдизларга яқин жойда кесакларнинг пайдо бўлишига йўл қўймайди. Вертикал жағнинг паски қирраси қия ($23^{\circ}12'$) бўлганидан уни тупроқдан чиқариб юборишга интилувчи кучлар таъсир этади, шунинг учун ҳам панжа тупроққа ортиқча бота олмайди. Бундан ташқари, панжа бир томонли бўлганидан ён кучлар мовозанатланмайди ва стойка гядиль суст бўлса, у ён томонга қийшайиб кетади. Панжаларнинг тиғи юқори томондан $8...10^{\circ}$ бурчак ясаб чархланади. Тиғ қалинлиги 0,5 мм. Панжанинг қамраш

кенлиги $b=85\ldots 250$ мм (пахтачилик культиваторларида 165 ва 182), панжа қанотларининг очилиш бурчаги $2\gamma =60^\circ$ ($\gamma=30^\circ$), қанатнинг горизантга қияли бурчак (увалаш бурчаги) $\beta=10\ldots 15^\circ$.

Ётиқ қирқувчи ўқёйсимон панжа бегона ўт илдизларини қирқади, тупроқни 8 см гача чуқур юмшатади, тупрони жойидан бироз силжитади. Панжанинг камраш кенлиги 145...260 мм. қанотларнинг очилиш бурчаги $2\gamma=60^\circ$ ёки 70° тупроқни увалаш бурчаги $\beta=16\ldots 18^\circ$. Тиғлар юқори томондан $8\ldots 12^\circ$ гача ўткирлаб чархланади. Тиғ қалинлиги 0,3 мм.

Универсал ўқёйсимон панжа шудгорни сидирға юмшатишда, жумладан чизель-культиваторларга ўрнатиб ишлатилади. камраш кенлиги 250, 330, 380 мм. Универсал панжанинг увалаш бурчаги $\beta=30^\circ$, яъни ётиқ қирқувчилар панжаларниқидан деярли икки барабар катта бўлганидан тупроқни яхши майдалаб юмшатади, лекин бегона ўтлар илдизини унчалик қирқа олмайди. қанотларнинг очилиш бурчаги $2\gamma=65^\circ$ ва 60° . Панжа пастдан $13\ldots 17^\circ$ ўткир чархланади.

Юмшатувчи тишлар камраш кенлиги 20 мм бўлиб, берч ва зич ерларни 15 см гача чуқур юмшатишда ишлатилади.

Айланма панжалар қалинлиги 7...10 мм, эни $b=35...55$ мм ли 65 Г пўлат поласасидан тайёрланиб, уларнинг икки учи чархланади, Бир учи ейилганда панжа бошқа учи билан айлантириб қўйилади. Панжа баъзан, тор юмшатувчи панжа деб ҳам аталади. Ишлаш чуқурлиги 22...25 см. Эгрилик радиуси ўқёйсимон панжалар қуйруғининг эгрилик радиусига тенг бўлиши лозим. Шунда бир стойкага турли панжаларни ўрнатиш мумкин. Пичоқ қисмининг очилиш бурчаги $2\gamma=60...70^\circ$. Узунлиги $H=260$ мм. Панжанинг тумшуғи билан эгат туби орасида ҳосил бўладиган тупроққа ботиш бурчаги $\alpha=38...41^\circ$.

Найзасимон панжалар сидирғи ишлов берадиган культиваторларда ўрнатилиб, енгил тупроқли ерларда кўп йиллик илдиз пояли бегона ўтларни тараб йўқатишда ишлатилади. Панжанинг бир учи чархланган, $2\gamma=48^\circ$.

Пружинасимон тишлар чопиқ культиваторларида экинларнинг химоя зоналарини юмшатиш учун ишлатилади.

Штангали иш органи тупроққа сидирғасига ишлов бериш, бегона ўтларнинг йўқатиш, шудгорда тупроқни юмшатиш, шамол эрозияси таъсиридаги тупроқни экин экиш олдиндан культивация қилишда ишлатилади. Иш органи квадрат кесимли (22...25мм)

штангадан иборат бўлиб, грядилларга подшипникларда ўрнатилган. Штанга ерга ишқаланиб айланади, ҳар 1 м йўлда ўртача бир марта айланади. Унинг узунлиги 2,8...3,75 м.

Нинали диск-юлдузчалар культиваторларда ва айланувчи иотигалардан ўрнатилиб, тупроқ қатқалоғини ушатиб, юмшатиш учун ишлатилади. Чопиқ культиваторларга ўрнатилиб, ғўза ниҳоллари атрофидаги бегона ўтларни йўқотишда ишлатилади. Ҳаракат вақтида дискнинг ниналари ғўза ниҳолларининг ҳимоя зоналарида тупроққа 5 см гача ботиб айланади ва унинг устки қатламини 1...2 см силжитади. Шунда тупроқ қатқалоғи синади, бегона ўтлар илдизи узилиб сўлийтиди. Дискларнинг диаметри уч хил: 350, 450, 540 мм. Дисклар қатор ораларда бир томонлама ётиғ қирқувчи панжалар билан бирга ишлатилади.

Панжа-ағдаргичлар ҳаракат вақтида тупроқнинг устки қтламини сидириб олиб, экин қатори устига ташлайди. Шунда бегона ўтлар кўмилиб, кейинчалик сўлийтиди. Ҳимоя зонаси 25...27 см.

Озиқлантириш пичоғи тупроқни юмшатувчи исканасимон панжа ва ўғит ўтадиган труба-воронкадан иборат.

Окучник-эгат олги чопиқ қилинадиган экинлар қатор ораларида эгат ҳосил қилиш, ўсимлик атрофига тупроқ уюмлаш учун мўлжалланган: Окучниклар турлича ясалади: эгилган цилиндрик сиртли окучник, пастки қисмига ўқёйсимон панжа ўрнатилган, иккита қанотли ва бир қанотли окучниклар. Окучникнинг тумшуғи билан кўкрак қисми орасидан тупроқ пастки тўкилади.

Ариқ очгич суғориш ариқчаларини очиш билан бир вақтда минерал ўғитларни тупроққа 20 см гача чуқур солишга мўлжалланган.

Панжа тиғининг қирқиш бурчаги β_0 , яъни ўткирлик I ва орқа ε бурчаклар йиғиндисига тенг: $\beta_0 = i + \varepsilon$. Тиғни устки (а) остки (в) ва иккала (б) томондан ҳам чархлаш мумкин.

$i = 12 \dots 15^\circ$ $\varepsilon \approx 10^\circ$. Агар увалаш бурчаги бурчаги $\beta_0 < 15^\circ$ бўлса, тиғ устки томондан чархланади. $15^\circ < \beta < 25^\circ$ бўлса, тиғ иккала томондан, $\beta \geq 25^\circ$ бўлса, пастдан чархланади. Бунда қирқиш ва увалаш бурчаклари ўзаро тенг бўлади: $\beta_0 = \beta$

**Ѓўза қатор ораларига ишлов берувчи иш органларининг
қаршилиги**

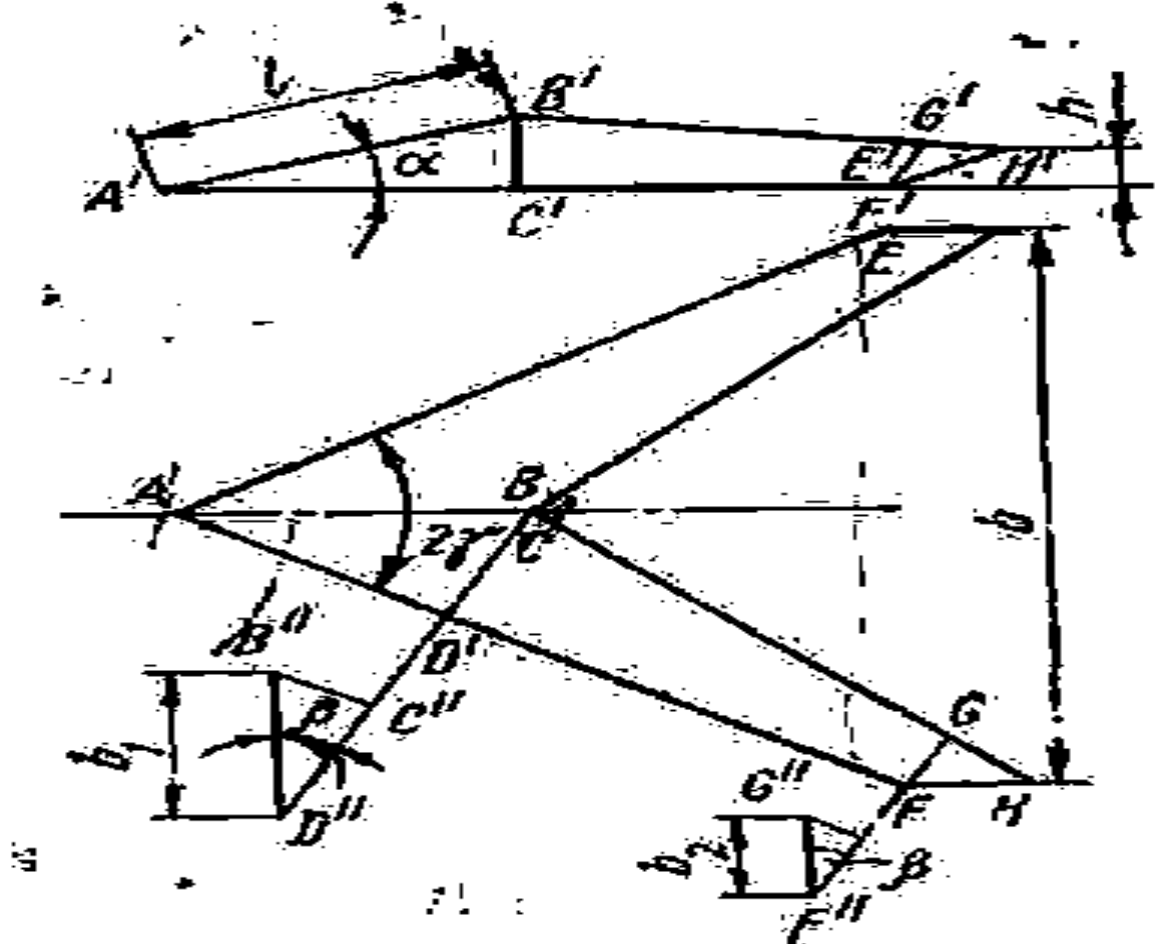
1-жадвал

Иш органи	қамраш кеглиги, мм	Ишлов бериш чуқурлиги, Мм	қаршилик, Н	
			Горизонтал	Вертикал
Панжа-пичоқ	165	150	300	150
Сферик диск	-	80	220	180
Нинали диск- юлдузча	-	70	150	-
Айланма панжа	55	180	600	200
Ўқёйсимон универсал панжа	150	160	700	250
Окучник-эгат олгич	-	150	700	200
Озиқлантириш пичоғи	-	140	600	-

§ 1.2. Ўқёйсимон панжаларни лойиҳалаш.

Лойиҳалаш олдида қуйидаги бошланғич параметрлар қамраш кенглиги b , қанотларнинг очилиш бурчаги 2γ , тупроқни увалаш бурчаги β , қанотларининг энг катта b_1 ва энг кичик b_2 эни, материал қалинлиги δ , панжанинг эгилиш жойларида юмолоқланиш радиуси r ва ўткирлик бурчаги i танланади.

Увалаш бурчаги панжа қаноатининг ташқи сирти билан горизонтал орасида ўлчанади. Ётиқ қирқувчи ўқёйсимон панжа учун $\beta=15\dots18^\circ$, универсал панжалар учун эса $\beta=20\dots30^\circ$. Увалаш бурчаги β ва панжа кўкрагининг кўтарилиш бурчаги α нинг қийматлари тупроқни етрали даражада увалаш, лекин пастки қатламини юқорига чиқармаслик шартидан танланади.



Ўқёйсимон панжани лойиҳалаш.

$A'B'$ чизиқ билан таянч текислик орасидаги α бурчаги:

$\operatorname{tg} \alpha = B'C' / A'C'$ бу ерда $B'C' = B''C'' = b_1 \sin \beta$ ва $A'C' = AC = D''C'' / \sin \gamma = b_1 \cos \beta / \sin \gamma$.

Бу нисбатлардан асосий бурчаклар ўртасидаги бошланишини ёзамиз:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma.$$

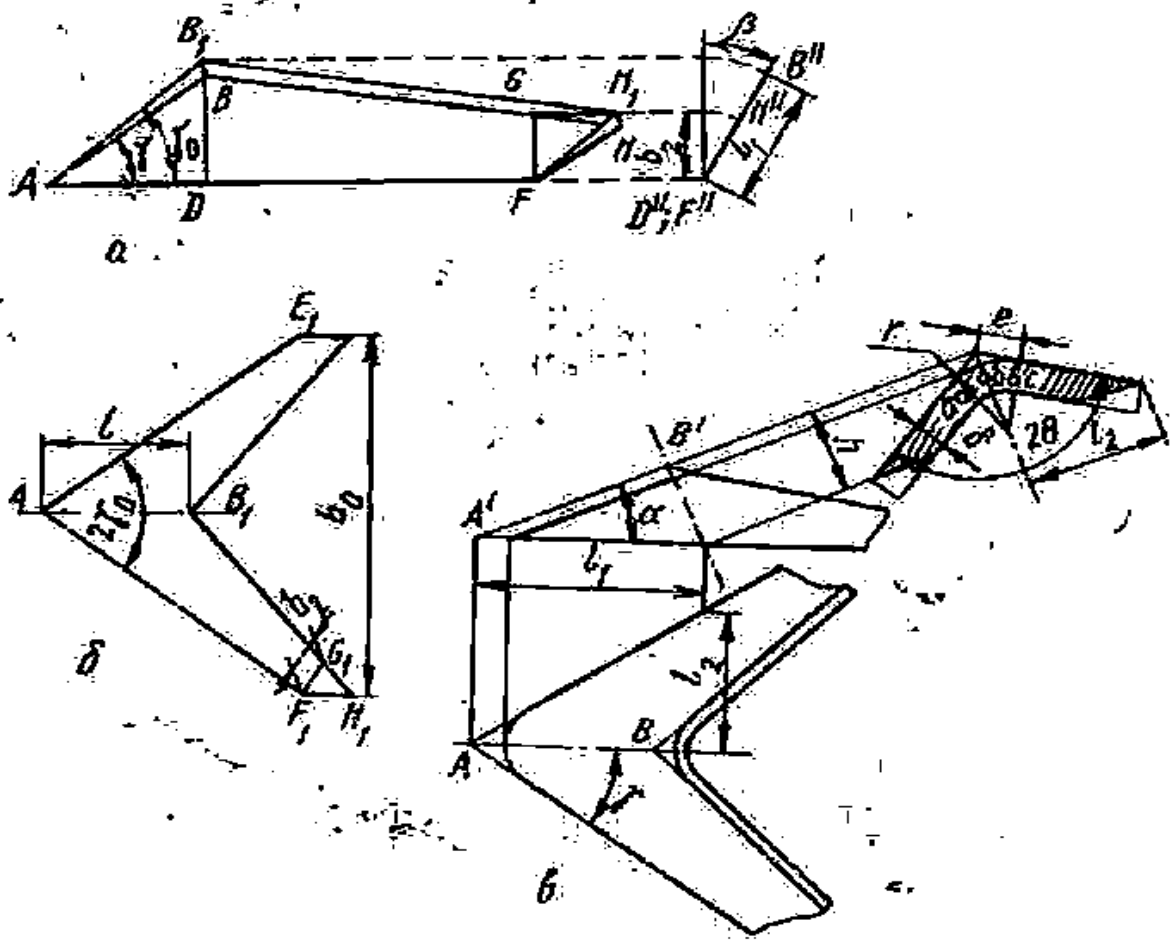
B' нуқтанинг ҳолатини белгиловчи l кесма қуйидагига тенг:

$$A'B' = l = b_1 \sin \beta / \sin \alpha$$

II. боб. Култиваторларнинг ишлаш принцири

Панжанинг проекциясини қуриш горизонтал тежимликдан бошланади. А нуқтадан 2γ бурчак ҳосил қилувчи АЕ ва АҒ чизиклар ўтказилади. Е ва F нуқталар ҳолати панжанинг қамраш кенглиги b билан аниқланади. А, Е ва F нуқталар панжанинг ён проекциясига кўчирилиб, A' , E' , F' нуқталар топилади. A' нуқтадан α бурчаги ҳосил қилиб, $A'B'$ тўғри чизик ўтказилади. F нуқта орқали АҒ тўғра перпендикуляр йўналтирилган верикал текислик ўтказиб, $FG=b_2\cos\beta$ аниқланади. B' нуқтани горизонтал текисликка проекциялаб, В нуқта топилади. В нуқтадан G орқали тўғри чизик ўтказилиб, F нуқтадан ўтказилган горизонтал чизик билан Н нуқтада кесиштирилади. ВН чизиги қанотнинг кетинги контури бўлади. G ва Н нуқталар верикал текисликка проекцияланади. G' нуқтанинг баландлиги $h=b_2\sin\beta$ бўлади.

Панжа ёймасини қуриш учун панжа зағотафкасида қанотларнинг очилиш бурчаги $2\gamma_0$ ни аниқлаш зарур. Бунинг учун панжа қаноти тўғра А атрафида β бурчакка айлантририлиб, горизонтал текисликка ётқизилади. А чизиги ўз ўрнида қолади; қанотнинг Н қирраси АВ ўқ чизикқа паралел бўлиб,



Ўқёйсимон панжанинг асосий параметрларини аниқлаш. $A-\gamma_0$ бурчагини график усулда аниқлаш; б-Ўқёйсимон панжа ёймаси; в-панжа кўрагининг юмолоқланган жойидаги узунлигини аниқлаш.

панжа қаноти горизонтал текисликка ётқизилгандан кейин ҳам у ўз паралеллелигини сақлайди, яъни $AB_1 \parallel N_1$. Схемадан:

$$\operatorname{tg} \gamma = b_1 / AD; \quad \operatorname{tg} \gamma = \cos \beta / AD$$

$$\text{булардан: } tg\gamma_0 = tg\gamma / \cos \beta$$

Панжа материалынинг қалинлигини ва эгилган жойларнинг юмалоқланишларини ҳисобга олмаганда панжа ёймаси қуйдагича қурилади.

А нуқтадан $2\gamma_0$ бурчак ҳосил қилувчи чизиклар ўтказилади ва E_1 нуқталар ҳолати $b_0 = b \sin \nu_0 \sin \gamma$ ўлчамга боғлиқ. Ўқ чизикда А нуқтадан l масофани олиб қўйиб, B_1 нуқта топилади. А чизигига перпендикуляр ўтказилади ва нуқтадан қанотнинг энг кичик эни b_2 олиб қўйилиб, G_1 нуқта топилади. B_1 ва G_1 нуқталарда тўғри чизик ўтказиб, уни AB_1 чизиги паралел $/_1H_1$ чизиги билан H_1 да кесишгунга қадар давом этирилади.

Материалнинг қалинлиги δ ва юмалоқлаш радиуси r ни ҳисоба олганда панжа проекцияси қуйдагича қурилади.

B' нуқта орқали $A' B'$ чизикқа перпендикуляр ўтказиб, панжа иш сиртининг кесма ҳосил қилинади: $A'B'$ чизикни ўнг томонга давом эттириб унга ҳам перпендикуляр ўтказилади. Кесмада перпендикулярдан икки томонга $l_2 = l_1 tg\gamma$ ўлчам олиб қўйилади (бунда $l_1 = l / \cos \alpha$) ва $h = l_1 \sin \alpha$ баландликдаги бурчак чўққиси билан бирлаштириб, 20 бурчак ҳосил қилинади:

$$ctg\theta = h/l_2 = \sin\alpha / tg\gamma$$

Топилган 20 бурчак чўққиси танланган танланган радиус r билан юмалоқланади ва материал қалинлиги δ ни олиб қуйиб, панжанинг ишламайдиган орқа сирти ҳосил қилинади. $A'B'$ га паралел чизик ўтказиб, r радиусли ёй билан туташтирилади. Бу паралел чизик панжа кўрагининг контури бўлади. Панжанинг горизонтал проекциясидаги тумшиғи юмалоқланади.

Панжанинг ёймаси материал қалинлиги ва радиуси r ни ҳисобга олмай қурилган йўл қўйилган хатолик α b c ёйининг узунлиги S билан $2e$ кесма ўртасида фарққа тенг, яъни

$$\Delta = 2e - s$$

α b c ёйининг узунлиги қуйдагича топилади:

$$S = \frac{\pi(r - \delta/2)(180^\circ - 2\theta)}{180^\circ} = 2\pi\left(r - \frac{\delta}{2}\right)\frac{90^\circ - \theta}{180^\circ}$$

кесма e нинг узунлиги схемадан қуйдагича ёзилади:

$$e = rctg\theta$$

s ва e нинг қийматларини формулага ёзамиз:

$$\Delta = 2\left[rctg\theta - \pi\left(r - \frac{\delta}{2}\right)\frac{90^\circ - \theta}{180^\circ}\right].$$

Панжа ёймасини куришда b_0 ўлчамни ҳисоблаб топилган Δ нинг қийматига камайтириш керак. Бу ҳолда b_0 нинг ҳақиқий қиймати:

$$b_0 = b \frac{\sin \gamma_0}{\sin \gamma} - 2 \left[r \operatorname{ctg} \theta - \pi \left(r - \frac{\delta}{2} \right) \frac{90^\circ - \theta}{180^\circ} \right]$$

Ёймаларнинг A ва B чўққиларидаги ўткир бурчаклари мос радиуслар билан юмалоқланади. қуйруқли ўқёйсимон панжалар ҳам шу тартибда лойихаланади. Бунинг учун $2v$, b , α , b_2 ва l параметрлар бўйича панжанинг ён ва устки томонларидан кўриниши чизилади. Сўнгра панжани ириктириш учун мўлжалланган стойканинг узунлиги ва профилига мос ҳолда қуйруқ шакли чизилади.

§ 2.1. Култиваторларнинг иш органларини кўтариш

механизмига таъсир этувчи кучлар.

Культиваторга таъсир этувчи кучлар тупроқ шароиларига ва ишлаш чуқурлиги болиқ. Иш органларининг тупроқдан чиқариш пайтида максимал кучлар пайдо бўлади. Бу ҳолда бўйлама-вертикал текисликда иш оргинларига таъсир этувчи тупроқ реакцияси R_{zx} дан ташқари культиватор оғирлиги G_m , панжалар устидаги тупроқ оғирлиги G_T ва тупроқ палахсаларини ердан ажратиш кўтаришга сарфланадиган куч G_a ни ҳам ҳисобга олиш керак. Тупроқ оғирлиги қуйдагича аниқланиди:

$$G_T = s\alpha\rho_Tgn,$$

бу ерда α - ишлаш чуқурлиги ; b - панжанинг қамраш кенглиги; ρ_T - тупроқ зичлиги; n -иш органлари сони; s - барча иш органларининг.

Майдони. Ўқёйсимон панжалар учун

$$s = b^2 \operatorname{ctg} \gamma,$$

бу ерда γ - панжалар қанотларининг очилиш ярим бурчаги.

Тупроқ палахсаларини ердан ажратиш кучи тупроқ оғирлигига тенг деб олинади, яъни $G_T = G_a$.

§ 2.2. Тиркалма ЧКУ-4 маркали чизель-культиваторнинг кинематик схемаси.

Иш органлари иккита параллел ишлайдиган гидроцилиндр ёрдамида транспор ҳолатга кўтарилади. Ишлаш чуқурлиги винтли механизм ёрдамида равон ўзгартирилади. Панжаларни кўтаришда шток цилиндр ичига тортилади. Шток бўйлаб таъсир этувчи $P_{ш}$ кучини топиш учун аввал таянч ғилдиракнинг вертикал реакцияси Q ни аниқлаш керак. Q куч график усулда кучлар кўпбурчаклигидан топилади. Кучлар кўпбурчаклигида R_{zx} ва тупроқ оғирлиги $F=G_T+G_a$ геометрик қўшилади. Уларнинг тенг таъсир этувчи R_F га параллел чизик 1-2 ўтказиб, G_m нинг йўналиши билан кесиштирилади. R_G га параллел 2-3 тўғри чизик ўтказиб, Q нинг йўналиши билан 3 нуқтада кесиштирилади. Схепада 3-0 чизиғи тортиш кучи P нинг йўналиши бўлади. Чизелнинг тиркаш қурилмаси 3-0 чизиғи бўйлаб йўналиши лозим. Бунинг учун қурилма рамадан паст жойлаштирилади, акс ҳолда кетинги иш органлари тупроққа ёмон ботади ва нотекис ишлайди. Тиркаш қурилмаси унинг тракторга уланадиган нуқтасини пасайтиришга имкон берувчи мослама билан жиҳозланади.

Таянч ғилдиракга таъсир этувчи реакция кучи Q маълум бўлгач, штокка таъсир этувчи куч моментларини мувозанитлик шартида топилади:

$$P_{ш} = Ql_1 / l$$

бу ерда l ва l_1 –кучлар елкаси.