

MATHEMATICAL MODEL OF THE EFFICIENCY OF INVESTMENTS AIMED IN THE IMPLEMENTATION OF WATER-SAVING TECHNOLOGIES

A.A. Mirzaev

Institute of Irrigation and water problems Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan

Abstract

Ensuring the efficiency of investments in water-saving irrigation technologies is crucial for sustainable agriculture, resource conservation, and economic feasibility. This study presents a mathematical model to evaluate the effectiveness of investments aimed at implementing water-saving technologies, considering economic, hydrological, and technological factors. The research findings indicate that government subsidies play a key role in increasing the profitability of water-saving systems, while different subsidy forms, such as tax exemptions and financial incentives, significantly enhance investment attractiveness. The study also highlights that mathematical modeling allows for accurate prediction of cost-benefit ratios, ensuring more efficient planning and decision-making in irrigation modernization projects. These insights contribute to improving water management strategies, optimizing investment allocation, and promoting long-term agricultural sustainability.

Keywords: water-saving technologies, mathematical model, investment efficiency, irrigation systems, economic feasibility, government subsidies, cost-benefit analysis.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ НАПРАВЛЕННЫХ НА ВНЕДРЕНИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

A.A. Мирзаев

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем Министерство водного хозяйства Республики Узбекистан

Аннотация

Обеспечение эффективности инвестиций в водосберегающие технологии орошения имеет решающее значение для устойчивого сельского хозяйства, ресурсосбережения и экономической целесообразности. В данном исследовании представлена математическая модель для оценки эффективности инвестиций, направленных на внедрение водосберегающих технологий, с учетом экономических, гидрологических и технологических факторов. Результаты исследования показывают, что государственные субсидии играют ключевую роль в повышении рентабельности водосберегающих систем, в то время как различные формы субсидий, такие как налоговые льготы и финансовые стимулы, значительно повышают инвестиционную привлекательность. В исследовании также подчеркивается, что математическое моделирование позволяет точно прогнозировать соотношение затрат и выгод, обеспечивая более эффективное планирование и принятие решений в проектах модернизации ирригации. Эти данные способствуют совершенствованию стратегий управления водными ресурсами, оптимизации распределения инвестиций и продвижению долгосрочной устойчивости сельского хозяйства.

Ключевые слова: водосберегающие технологии, математическая модель, эффективность инвестиций, ирригационные системы, экономическая целесообразность, государственные субсидии, анализ затрат и выгод.

СУВНИ ТЕЖАЙДИГАН ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ЖОРИЙ ЭТИШГА ЙЎНАЛТИРИЛГАН ИНВЕСТИЦИЯ САМАРАДОРЛИГИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ

А.А. Мирзаев

Ўзбекистон Республикаси сув хўжалиги вазирлиги Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

Аннотация

Сувни тежайдиган суғориш технологияларига инвестициялар самарадорлигини таъминлаш барқарор қишлоқ хўжалиги, ресурсларни тежаш ва иқтисодий мақсадга мувофиқлик учун жуда муҳимдир. Тадқиқот ишида иқтисодий, гидрологик ва технологик омилларни ҳисобга олган ҳолда сув тежовчи технологияларни жорий этишга йўналтирилган инвестициялар самарадорлигини баҳолашнинг математик модели келтирилган. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, сувни тежайдиган тизимларнинг рентабеллигини оширишда давлат субсидиялари асосий роль ўйнайди, солиқ имтиёзлари ва молиявий рағбатлантириш каби субсидияларнинг турли шакллари эса инвестиция жозибадорлигини сезиларли даражада оширади. Шунингдек, тадқиқотда таъкидланишича, математик моделлаштириш харажатлар ва фойда нисбатларини аниқ башорат қилиш имконини беради, бу эса ирригацияни модернизация қилиш лойиҳаларида янада самарали режалаштириш ва қарор қабул қилишни таъминлайди. Ушбу маълумотлар сув хўжалиги стратегияларини такомиллаштириш, инвестицияларни оптималлаштириш ва қишлоқ хўжалигининг узоқ муддатли барқарорлигини таъминлашга хизмат қилади.

Таянч сўзлар: сув тежовчи технологиялар, математик модель, инвестициялар самарадорлиги, суғориш тизимлари, иқтисодий мақсадга мувофиқлик, давлат субсидиялари, харажатлар ва фойда таҳлили.

Кириш

Жаҳонда иқлим ўзгариши билан боғлиқ сув тақчиллиги шароитида қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини барқарор ривожлантиришда самарали суғориш технологияларини қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгаллайди. “Дунё микёсида магистрал каналларда сув етказиш билан боғлиқ технологик жараёнда ўртача 35-40 фоизгача, суғориладиган майдонларда 25-30 фоизгача сув ресурслари йўқотилишини ҳисобга олсак”, бу соҳада илмий ва амалий тадқиқотларни талаб даражасида ташкил этиш, ирригация каналларида сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, экинларни суғоришда янги замонавий инновацион технологияларни синаб кўриш ва амалиётга жорий этишни тақозо этади [1, 2, 3]. Бу эса ўз навбатида соҳага катта масштабдаги давлат ва чет эл инвестициялари иштирокидаги лойиҳаларни амалга оширишни талаб этади. Шу жиҳатдан сувни тежайдиган технологияларни жорий этишга йўналтирилган инвестициялар хавфсизлиги ва самарадорлигини

таъминлайдиган иқтисодий усулларни такомиллаштириш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Математик моделлаштириш. Математик моделни ишлаб чиқиш учун тегишли соддалаштириш ва фаразларни амалга оширамиз. Яъни, суғориш технологияси жорий этилган (тадқиқот объектида) суғориладиган майдонга бериладиган сув лимити $W_{\text{лимит}}$, йилнинг сув таъминотидан келиб чиққан ҳолда лимитга ўзгартириш киритиладиган бўлса, бу миқдор қуйидаги катталик билан аниқланади $\bar{\Delta}$. Сувни тежайдиган технология қўлланилишидан аввал беҳудага йўқотиладиган сув миқдори δ . У ҳолда вегетация даврида далага сув олиш ҳажмини вақт бўйича динамикаси қуйидаги тенглама орқали ифодаланади [4, 5, 6]:

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t,$$

Бу ерда: Δ_t - t вақтдаги сув истеъмоли.

Сувни тежайдиган технологияларнинг жорий этилиши беҳуда йўқотиладиган сув миқдорини $\bar{\delta} < \delta$ гача камайтириш имкониятини яратади. Бунда сувни тежайдиган технологияни қўллаш лойиҳасининг қиймати Λ ни ташкил этади. Сувни тежашнинг ялпи харажатлари $\psi(t)$ функция орқали ифодаланади деб фараз қиламиз. У ҳолда $\Psi(0) = 0$, $\Psi'(\Delta) > 0$, $\Psi''(\Delta) < 0$ бўлади, сув ресурсларини манбаадан олиш ва транспортировка харажатлари мос равишда $B(\Delta)$ функция орқали ифодаланиб, $B'(\frac{\bar{\Delta}}{\delta}) > 0$, $B''(\Delta) < 0$, тенгсизликларни ўринли деб фараз қиламиз. Ундан ташқари вегетация даврида қўшиб бериладиган сув миқдори сувга бўлган талабга нисбатан кичик $B'(\frac{\bar{\Delta}}{\delta}) < \Psi'(\frac{\bar{\Delta}}{\delta})$ бўлишини эътиборга оламиз. У ҳолда сув истеъмолини қондиришни оптималлаштириш масаласидан инвестиция самарадорлигини аниқлаш имкониятини берадиган масалага келамиз [7, 8]:

$$\max_{\Delta_t, T \geq 0} \int_0^{\infty} (\Psi(\Delta_t) - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt - \Lambda e^{-\alpha t}$$

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t < T;$$

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t \geq T;$$

$$W_t \geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{берилган катталиклар.}$$

Ушбу масала ечимини икки босқичда амалга оширамиз. T вақт моментидан сувни тежайдиган технологияга инвестиция йўналтирилган бўлиб, ушбу вақт моментидан ажратилган лимитдан қолган захира W_t ни ташкил этсин деб фараз қиламиз. У ҳолда қуйидаги масалага келамиз:

$$E(T, W_T) = \max_{\Delta_t \geq 0} \int_T^{\infty} (\Psi(\Delta_t) - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt;$$

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t \geq T; \quad (1)$$

$W_t \geq 0, W_{\text{лимит}}$ – берилган катталиклар.

Энди сувни тежайдиган технологияларга инвестицияларни йўналтириш учун оптимал моментни аниқлаш масаласига келамиз:

$$\begin{aligned} \max_{\Delta_t \geq 0} \int_T^{\infty} (\Psi(\Delta_t) - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt + \Lambda e^{-\alpha t} + E(T, W_T); \\ W_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t; \\ W_t \geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{берилган катталиклар.} \end{aligned} \quad (2)$$

λ_t туташ функция. У ҳолда келтирилган қиймат терминида гамильтонион қуйидаги кўринишга келади:

$$H_t = (\Psi(\Delta_t) - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} + \lambda_t (\bar{\Delta} - \delta \Delta_t).$$

Вегетация давридаги лимитдан қолган сув миқдорини $v_g \equiv B'_g(\Delta_t)$ орқали белгилаб оламиз.

Юқоридагиларни эътиборга олган ҳолда биринчи тартибли шартни ёзиб оламиз:

$$\Psi'(x_t) \begin{cases} \leq B_g + \delta \lambda_t e^{\alpha t}; \\ = B_g + \delta \lambda_t e^{\alpha t}, \text{ агар } \Delta_t > 0. \end{cases} \quad (3)$$

$$\dot{\lambda}_t \begin{cases} = 0, \text{ агар } W_t > 0; \\ \leq 0, \text{ агар } W_t = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Бунда, T вақт моментидан лимитдан қолган захирани аниқловчи трансверсаллик шarti қуйидагича ифодаланади:

$$\lambda_T = (E(T, W_T) e^{-\alpha T})'_{W_T}. \quad (5)$$

Ундан ташқари инвестиция жалб қилиш моментини аниқловчи трансверсаллик шarti қаноатланиши шарт бўлади

$$H_T^- = -\frac{d}{dT} \left((E(T^+, W_T) - \Lambda) e^{-\alpha T^+} \right) = -\frac{d}{dT} \left(E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+} \right) - \alpha \Lambda e^{-\alpha T^+},$$

бу ердан қуйидагига эга бўламиз:

$$H_T^- + \alpha \Lambda e^{-\alpha T^+} = -\frac{d}{dT} \left(E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+} \right) - \alpha \Lambda e^{-\alpha T^+} \quad (6)$$

(6) тенгламадан кўриниб турибдики, $E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+} = \int_T^{\infty} (\Psi(\tilde{\Delta}_t) - (\tilde{\Delta}_t)) e^{-\alpha t} dt$ бўлади, бу ерда: $\tilde{\Delta}_t$ -(1) масала учун оптимал траекторияни ифодалайди.

$$-\frac{d}{dT} \left(E(T^+, W_T) e^{-\alpha T^+} \right) = e^{-\alpha T^+} \left(\Psi(\tilde{\Delta}_+) - C(\tilde{\Delta}_{T+}) \right) - \lambda_{T+} (\bar{\Delta} - \delta \Delta_{T+}).$$

Олинган ифодани (6) тенгламага олиб бориб қўйиб, тегишли математик амаллардан сўнг қуйидаги тенгламага эга бўламиз:

$$\Psi(\Delta_T^-) - B(\Delta_T^-) - \lambda_T e^{\alpha T} \delta \Delta_T^- + \alpha \Lambda = \Psi(\Delta_T^+) - B(\Delta_T^+) - \delta \Delta_T^+. \quad (7)$$

Бу ерда: $(\Psi(\Delta_T^-) - C(\Delta_T^-) - \lambda_T e^{\alpha T} \delta \Delta_T^-)$ -инвестиция жалб қилинишигача бўлган даврда сувга бўлган талаб. $(\Psi(\Delta_T^+) - C(\Delta_T^+) - \delta \Delta_T^+)$ - инвестиция амалга оширилгандан кейин сувга бўлган талаб. Юқоридаги шартлар, инвестицияни шундай вақт моментидан жалб қилишлигини, ушбу моментда сувни тежайдиган технология жорий этилиб, суғориладиган майдонларни сувга бўлган талаби қондирилиши зарур бўлади [9, 10].

(3) шартга кўра қуйидагига эга бўламиз:

$$\Psi'(x_T^-) \Delta_T^- = (B_g + \delta \lambda_T e^{\alpha T}) \Delta_T^-.$$

(1) учун аналогик шартлардан қуйидагига эга бўламиз:

$$\Psi'(x_T^+) \Delta_T^+ = (v_g + \delta \lambda_T e^{\alpha T}) \Delta_T^+,$$

Ушбу ифодани (7) тенгламага олиб бориб қўямиз ва қуйидаги тенгсизликка эга бўламиз:

$$\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^- + v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha \Lambda = \Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+ + v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+) \quad (8)$$

Шарт бўйича фойдалалик коэффициенти қавариқ ва $\Psi(0) = 0$, у ҳолда $(\Psi(\Delta) - \Psi'(\Delta)\Delta)$ функция Δ бўйича ўсади. Ундан ташқари қуйидаги тенгсизлик ўринли бўлиб, $(v_g \Delta - B(\Delta))'_g = v_g + v'_g \Delta - v_g = v'_g \geq 0$. Ушбу тенгсизликдан $(\Psi(\Delta) - \Psi'(\Delta)\Delta + v_g - B(\Delta))$ функция x бўйича ўсади.

Натижада T вақт моментидида сувга бўлган эҳтиёж кескин ўсади, чегаравий самарадорлик кескин пасаяди (1-рasm). Графикдаги кескин ўзгаришлар инвестиция лойиҳаси Λ қийматига боғлиқ бўлади.

Шундай қилиб, инвестициялашнинг мақбул моменти қуйидагича аниқланади:

$$\max_{\Delta_t \geq 0} \int_0^T (\rho_t \Delta_t - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt + \Lambda e^{-\alpha T} + Z(T, W_T);$$

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t; \quad (9)$$

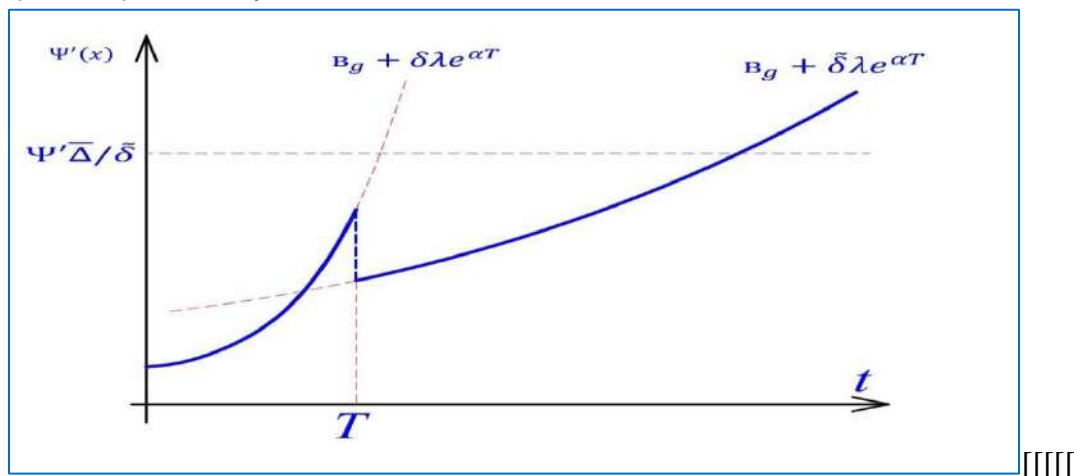
$$W_t \geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{берилган катталиқ}$$

Бу ерда: $Z(T, W_T)$ инвестиция жалб қилиниши натижасида сувни тежаш технологиясини жорий этган истеъмолчи (фермер, кластер) томонидан олинadиган максимал фойда:

$$Z(T, W_T) = \max_{\Delta_t \geq 0} \int_T^{\infty} (\rho_t \Delta_t - B(\Delta_t)) e^{-\alpha t} dt;$$

$$\dot{W}_t = \bar{\Delta} - \delta \Delta_t, t \geq T; \quad (10)$$

$$W_t \geq 0, W_{\text{лимит}} - \text{берилган катталиқ.}$$



1-рasm. T вақт моментидида сувга бўлган эҳтиёж ва чегаравий самарадорлик динамикаси.

T вақт моментидида ресурс захираси бўйича трансверсаллик шarti қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\xi = (Z(T, W_T) e^{-\alpha T})'_{W_T},$$

Бу ерда: ξ -лимит бўйича қолган сув захирасини баҳолаш коэффиценти. (9) масала бўйича инвестиция жорий этишнинг мақбул моментини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$(\rho_T^- \Delta_T^-) - B(\Delta_T^-) e^{-\alpha T} + \xi_T (\bar{\Delta} - \delta \Delta_T^-) + \alpha \Lambda e^{-\alpha T} = (\rho_T^+ \Delta_T^+) - B(\Delta_T^+) e^{-\alpha T} + \xi_T (\bar{\Delta} - \delta \Delta_T^+)$$

Ёки қуйидаги кўринишда ёзиб олиш мумкин

$$\rho_T^- x_T^- - B \Delta_T^- - \delta \xi_T e^{\alpha T} \Delta_T^- + \alpha \Lambda = \rho_T^+ x_T^+ - B \Delta_T^+ - \delta \xi_T e^{\alpha T} \Delta_T^+ \quad (11)$$

Юқоридагилардан кўринадик, ҳосилдан олинадиган даромад ва барча харажатлари ўртасидаги фарқ сув истеъмолчиси (фермер ёки кластер)нинг фойдасини кўрсатади. Биринчи тартибли шартни эътиборга олиб ва тегишли математик амаллардан сўнг қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha \Lambda = v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+). \quad (12)$$

Шундай қилиб, $\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^- = \Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+$ шартда (8) ва (12) айният бажарилади.

Юқоридаги таҳлиллардан кўринадик, сув истеъмолчиси (фермер, кластер) ва давлат сувни тежайдиган технологияларни жорий этишдан турли манфаат кўради. Яъни, давлат сувни тежайдиган технологияни субсидиялаши натижасида сув истеъмолчиси (фермер ёки кластер)нинг харажатлари $(1 - \tau)\Lambda$ катталикини ташкил этади, бу ерда: τ - субсидия ставкаси. У ҳолда (12) шарт қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha(1 - \tau)\Lambda = v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+). \quad (13)$$

Субсидия ставкасини шундай танлаш керакки, қуйидаги тенгсизлик қаноатланиши керак:

$$v_g \Delta_T^- - B(\Delta_T^-) + \alpha \Lambda - (v_g \Delta_T^+ - B(\Delta_T^+)) = (\Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+) - (\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^-)$$

Ушбу тенглик ва (13) дан τ ни топиб оламиз:

$$\tau = \frac{(\Psi(\Delta_T^+) - \Psi'(\Delta_T^+) \Delta_T^+) - (\Psi(\Delta_T^-) - \Psi'(\Delta_T^-) \Delta_T^-)}{\alpha \Lambda}$$

Юқоридагилардан кўринадик, $(\Psi(\Delta) - \Psi'(\Delta)\Delta)$ ни ўсиши билан $\tau > 0$ бўлади. Яъни, сувни тежайдиган технологиялар ~~фақат~~ давлат томонидан субсидияланса самарага эга бўлади. Бунда субсидия турлича (солиқдан озод этиш, божхона тўловларидан озод этиш, молиявий маблағлар) шаклда бўлиши мумкин.

Хулоса

Самарали траектория параметрларини тадқиқи, сувни тежайдиган технологияларни жорий этишдан аввал сув истеъмолининг ишончлилик ҳолати пасайиши рўй беради. Аммо сувни тежайдиган технологияларнинг қўлланиши натижасида сув истеъмоли ҳажми камайиб, унинг самарадорлиги ортишини кўрсатди. Сувни тежайдиган технологиялар давлат томонидан субсидияланса самарага эга бўлади. Бунда субсидия турлича (солиқдан озод этиш, божхона тўловларидан озод этиш, молиявий маблағлар) шаклда бўлиши мумкин.

References:

1. Mahmudov I.E., Chen Xi, Jilili Abuduwalli, Xamraev Sh.R., Mahmudov E.J., Kuziev R.K., Sadiev U.A., Murodov N.K., Ernazarov A.I., Dolidudko A.I. «Issledovaniye

- agromeliorativ-nykh parametrov territoriy basseyna reki Amudar'ya v usloviyakh izmeneniya klimata v Tsentral'noy Azii» ["Study of agro-ameliorative parameters of the territorial waters of the Amudarya River in the conditions of climate change in Central Asia"], Monograph. Tashkent. 2019. 320 p. (in Russian)
2. Mahmudov I.E., Ernazarov A.I., Dolidudko A.I. «Zakonomernosti dinamiki protsessov uvlazhne-niya pochvo-grunta pri borozdkovom polive sel'skokhozyaystvennykh kul'tur» [«Laws of dynamics of processes of soil moisture in furrow cultivation in agricultural lands»] // Monograph, Tashkent: Publishing House of Innovative Development Publishing House, 2020, 134 p. (in Russian)
 3. Ernazarov A.I., Avlakulov M., Dolidudko A.I. «Zakonomernosti uvlazhneniya pochvo-gruntov pri borozdkovom polive khlopchatnika» ["Regularities of soil moistening during furrow irrigation of cotton"] // Monograph, Tashkent: FAN. 2019, 167 p. (in Russian)
 4. I.E.Mahmudov, N Muradov "Evaluation of the management and Use of Water Resources in the Middle Reaches of the Syrdarya Basin" // Trans Tech Publications, Switzerland, 75-80, 2016;
 5. Maxmudov I. E., Sadiev U. Razrabotka nauchno-metodicheskikh mer po povysheniyu effektivnosti i nadezhnosti upravleniya ispol'zovaniya vodnykh resursov v irrigatsionnykh sistemakh (na primere Karshinskogo magistral'nogo kanala) [Development of scientific-methodical measures on increase of efficiency and reliability of management of use of water resources in irrigation systems (on the first Karshinskogo main canal)] // Vodnomu sotrudnichestvu stran Tsentralnoy Azii – 20 let: opyt bush igo. 2013. 141 p. (in Russian)
 6. I.Makhmudov, E.Kazakov "Gidravlicheskaya model' regulirovaniya kolebaniy urovnya vody v Bol'shom Namanganskom kanale" ["Hydraulic model of regulation of water level in the Bolshoi Namangan canal"] Russian journal "Hydraulic engineering" №3 (60), Pp. 52-54. 2020. (in Russian)
 7. I.Maxmudov, E.Kazakov "Hydraulic Modeling of Transient Water Movement in the Downstream of the Uchkurgan Hydroelectric Station" International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 6, June 2020, 14137-14140 R.
 8. Makhmudov I.E., Makhmudova D.E., Muradov N.K. Otsenka potentsiala Chirchikskogo i Akhangarans-kogo rechnykh basseynov dlya povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya stoka rek na territorii Respubliki Uzbekistana [Assessment of the potential of the Chirchik and Akhangaran river basins to increase the efficiency of river runoff use in the territory of the Republic of Uzbekistan] // Water conservation, reclamation and hydraulic structures as the basis for the formation of agricultural clusters in Russia in the XXI century.2016. Pp. 251-257. (in Russian)
 9. Ernazarov A.I., Mahmudov I.E., Rajabov A., Gulomov O. Suv resurslarini boshkarish tizimini takomillashtirish va uni rakamli tekhnologiyalar asosida avtomatlashtirish [Improvement of water resources management system and its automation on the basis of digital technologies] // Proceedings of the national scientific-practical

conference "Problems and Solutions to the Efficient Use of Water Resources in Uzbekistan", Karshi 2021, Pp. 239-243. (in Uzbek)

10. Ernazarov A.I., Urazkeldiev A.B., Rajabov A., Karshiev R. Tomchilatib sugorish texnologiyasi asosida sugorishda tuprok-grunt namlanishi sokhasida namlik dinamikasining matematik modeli [Mathematical model of moisture dynamics in the field of soil-soil wetting in drip irrigation on the basis of drip irrigation technology] // Journal of Agro Science 2 (72), Tashkent 2021, p 68-69. (05.00.00; №3).(in Uzbek)

EFFICIENT USE OF WATER RESOURCES IN THE BASINS OF SMALL RIVERS

F. Gapparov¹, M.F. Gafforova²

¹Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

²Research Institute of Irrigation and Water Problems

Abstract

The sustainable management of water resources in small river basins is crucial for efficient irrigation, flood prevention, and long-term agricultural productivity. This study examines the hydrological characteristics and operational efficiency of the Govasay River basin, located in the northern part of the Fergana Valley. The efficiency coefficient of irrigation canals was analyzed, revealing an operational effectiveness of 65-75%, necessitating technical improvements in water distribution systems. A GIS-based water management program was developed to enhance real-time monitoring of water consumption and optimize allocation strategies. The findings indicate that integrating modern water management tools significantly improves water conservation and irrigation efficiency, ensuring more effective agricultural water use.

Keywords: river basin, water resources, irrigation efficiency, flood management, GIS mapping, water distribution, operational management.

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАСЕЙНАХ ПРЕДГОРНЫХ МАЛЫХ РЕК
Ф.А. Гаппаров¹, М.Ф. Фаффорова²

¹Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

²Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация

Устойчивое управление водными ресурсами в малых речных бассейнах имеет решающее значение для эффективного орошения, предотвращения наводнений и долгосрочной сельскохозяйственной продуктивности. В данном исследовании рассматриваются гидрологические характеристики и эксплуатационная эффективность бассейна реки Говасай, расположенного в северной части Ферганской долины. Проанализирован коэффициент полезного действия оросительных каналов, где эксплуатационная эффективность составляет 65-75%, что требует технического совершенствования систем водораспределения. Была разработана программа управления водными ресурсами на основе ГИС для повышения мониторинга потребления воды в режиме реального времени и оптимизации стратегий распределения. Результаты показывают, что интеграция современных водохозяйственных инструментов значительно повышает водосбережение и эффективность орошения, обеспечивая более эффективное сельскохозяйственное использование воды.

Ключевые слова: бассейн реки, водные ресурсы, эффективность орошения, управление паводками, ГИС-картирование, распределение воды, оперативное управление.

ТОҒОЛДИ КИЧИК ДАРЁЛАР ҲАВЗАЛАРИДАГИ СУВ РЕСУРСЛАРИДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ

Ф.А. Гаппаров¹, М.Ф. Фаффорова²

Аннотация

Кичик дарё ҳавзаларида сув ресурсларини оқилона бошқариш самарали суғориш, тошқинларнинг олдини олиш ва узоқ муддатли қишлоқ хўжалиги маҳсулдорлиги учун жуда муҳимдир. Тадқиқотда Фарғона водийсининг шимолий қисмида жойлашган Ғовасой дарёси ҳавзасининг гидрологик хусусиятлари ва эксплуатацион самарадорлиги ўрганилган. Суғориш каналларининг фойдали иш коэффициенти таҳлил қилиниб, улардан фойдаланиш самарадорлиги 65-75% ни ташкил этиши аниқланди, бу эса сув тақсимлаш тизимларини техник жиҳатдан такомиллаштириш заруриятини келтириб чиқаради. Сув истеъмолини реал вақт режимида мониторинг қилиш ва тақсимот стратегияларини оптималлаштириш учун ГАТ асосида сув хўжалиги дастури ишлаб чиқилди. Натижалар шуни кўрсатадики, замонавий сув хўжалиги воситаларини жорий этиш сувни тежаш ва суғориш самарадорлигини сезиларли даражада оширади, қишлоқ хўжалигида сувдан янада самарали фойдаланишни таъминлайди.

Таянч иборалар: дарё ҳавзаси, сув ресурслари, суғориш самарадорлиги, тошқинларни бошқариш, ГАТ хариталаш, сув тақсимоли, оператив бошқарув.

Кириш ва муаммонинг ҳозирги ҳолати таҳлили

Ер юзидаги дарёларнинг аксарият кўпчилиги кичик дарёлардир, улар катта дарёларни тўйиниш манбалари бўлиб хизмат қиладилар ва катта дарёлар бутун тизимларининг таркибий қисмлари саналадилар. Марказий Осиё минтақаси дарёларида илмий изланишлар олиб борган тадқиқотчилар В. Шульц, И. Ильин, Ф.Хикматов, В.Е.Чуб ва бошқа кўплаб олимлар ўз асарларида асосий эътиборни дарёларнинг географик жойлашуви, уларда сув оқими режимлари ва оқизиклар оқимининг ўзига хосликларига эътибор қаратган бўлса [1,2,3,4,5], кичик дарёларга мос келиши мумкин бўлган таъриф тадқиқотчилар А.Черняев ҳамда Э.Сибукаевлар томонидан берилган, унда кичик дарёлар – узунлиги 26 км дан 100 км гача оралиқда, йиллик ўртача сув сарфи 2-18 м³/с бўлган, шунингдек ҳавза майдони 100-1000 км² атрофида бўлган сув объектларини кичик дарёлар дейиш мумкинлигини таъкидлаб ўтган [6].

Тадқиқотчилар А. Орлова ва О. Дунин-Барковскаялар ўз тадқиқотларида кичик дарёлар сув ресурслари сифатига таъсир қиладиган манбаларни ҳар бир кичик дарё бўйича таҳлил қилишиб, мазкур дарёлар сув муҳофазаси зоналарини ташкил қилиш бўйича ўз таклифларини илгари сурганлар [7], Р. Разаков ва Л. Ярошенколар ўз тадқиқотларини кичик дарёлар сув ресурсларининг сифатини яхшиловчи инженерлик ва биотехник тадбирларини ишлаб чиқиш йўналишида олиб борганлар [8], Х. Исмаилов, А.Янгиев тадқиқотларида кичик дарёлар ҳавзаларида юз берадиган сел-тошқин ҳодисалари батафсил ўрганилган бўлиб, тадқиқотлар натижаси сифатида мазкур ҳавзалардаги аҳоли ҳудудларини ҳимоя қилиш учун зарур тадбирлар ишлаб чиқилган [9,10,11], А. Крутовнинг тадқиқотлари доирасида кичик дарёлар сув ресурсларини ва уларнинг сифатини бошқаришнинг имитацион моделларини ишлаб чиқишга ҳаракат қилинган [12], Ш. Рахимов ва С. Маматовлар томонидан олиб борилган тадқиқотларда кичик дарёлар сув ресурсларини оқилона бошқариш асосида кичик дарёлар сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича таклифлар ишлаб чиқилган [13,14,15].

Ҳозирги кун амалиётида тоғолди кичик дарёлар ҳавзаларида юзага келаётган сув тақчиллигини ечими сифатида бу ҳудудларга қуйида жойлашган йирик каналлардан сувни насослар ёрдамида кўтариб бериш ғояси доимий равишда илгари сурилмоқда ва бу ғоя бир қатор инвестицион лойиҳаларнинг асосий

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16752890>

вазифаси сифатида амалга оширилмоқда [16]. Ваҳоланки, бундай йўл тутиш кичик дарёлар ҳавзалари барқарорлигини таъминламайди, балки ҳудудни пастда жойлашган дарё ҳавзасидаги вазиятга тўлиқ боғлиқ ва қарам қилиб қўяди. Тоғолди кичик дарёлар ҳавзаларида сув ресурсларини оқилона бошқариш ва улардан самарали фойдаланишнинг бошқа имкониятлари мавжуд бўлиб, мазкур имкониятлардан фойдаланиш сув ресурсларини юзлаб метр баландликка кўтариш учун сарфланадиган маблағларни тежабгина қолмай, дарё ҳавзаларида барқарор сув таъминотини йўлга қўйиш ва қишлоқ хўжалигини барқарор ривожлантириш имкониятларини яратади.

Ушбу мақолада илгари сурилаётган илмий тадқиқотнинг асосини кичик дарёлар ҳавзаларида сув ресурсларини бошқариш ва улардан фойдаланишда маҳаллий шароитларни ҳисобга олган ҳолда тубдан такомиллаштириш, сув хўжалиги объектларини ишлашини оптималлаштириш, тизимларни таҳлил қилиш учун замонавий ёндашувлардан фойдаланиш, сув хўжалиги объектларини сувдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш учун сув тақсимланишида янги математик моделларни ишлаб чиқишни тақоза этади.

Маълумотлар ва усуллар. Тадқиқотлар сув ресурсларини бошқариш ва фойдаланилиши бўйича Ғовасой дарёси мисолида олиб борилди. Ғовасой дарёси ҳавзаси ҳудудининг асосий сув таъминоти манбаи Ғовасой дарёси саналади ва дарё суви истеъмолчиларга бир қатор суғориш каналлари ёрдамида етказиб берилади.

Ғовасой дарёсидан истеъмолчиларга сув етказиб бериш учун ирригация тизимлари таркибида умумий узунлиги 615 км бўлган хўжаликлараро каналлар (булардан 105 км бетон қопламали) ва умумий узунлиги 327,0 км бўлган хўжалик ички каналлар (булардан 177 км бетон қопламали), 117 та гидротехник иншоотлар (гидроузеллар, сув чиқариш иншоотлари, акведуклар, кўприклар, гидростлар) мавжуд.

Ғовасой гидроузели: Гидроузел “Фарғона” типигаги гидроузел саналади. Ғовасой гидроузели гидротехник иншоотларининг таркиби сув келтирувчи ўзан, тўғон, шчитли (затворли) тўғон, водосливли тўғон, сув олиб кетувчи ўзан, бир камерали тиндиргич, Янги Каркидон, Чап қирғоқ ва Ўнг қирғоқ каналлари сув ростлагич (регулятор) лардан ташкил топган (1-расм).



Гидроузелнинг асосий вазифалари Янги Каркидон, Чап қирғоқ ва Ўнг қирғоқ суғориш каналларига кафолатланган сув етказиб бериш, магистрал каналларга йирик оқизикларни киришини олдини олиш ва тошқин сувларини пастки бьефга ўтказиб юборишдан иборат.

Сув тўсиш иншооти: Ғовасой гидроузелига 500 м масофа етмасдан Ғалаба каналига сув тўсиб чиқарувчи иншоот мавжуд. Сув тўсиш иншоотининг асосий вазифаси Ғалаба каналига ва у орқали Ворзик сув омборига сув етказиб беришдан иборат (2-расм). Каналнинг сув ўтказиш қобилияти $15 \text{ м}^3/\text{с}$ ни ташкил этади.



2-расм. Сув чиқарувчи сув тўсиш иншооти ва Ғалаба каналининг ҳолати

Кўтарма, Шўркент, Қайроғач каналлари ҳам маҳаллий аҳоли ва фермер хўжалиқларининг суғориладиган майдонлари учун сув етказиб беради, аммо сув олиш жойларида сув тўсиш иншоотлари ва сув ўлчаш гидростларлари мавжуд эмас.

Тадқиқот доирасида табиий дала шароитида олиб борилган тадқиқотлар бўйича Ғовасой дарёси ҳавзасидаги мавжуд барча иншоотларнинг ҳозирги кундаги техник ҳолати баҳоланди. Олиб борилган тадқиқотлар натижалари Ғовасой дарёси ҳавзасидаги аксарият суғориш каналларининг техник ҳолати қониқарли даражада эмаслигини ва шунга мос равишда суғориш каналларини фойдали иш коэффициентлари ҳам юқори даражада эмаслигини кўрсатди. Каналларнинг фойдали иш коэффициентини (ФИК) аниқлашда гидрометрик усулдан фойдаландик ва бунда каналнинг маълум бир қисми танлаб олинди. Танлаб олинган қисмда юқори ва пастки створларнинг жойлари аниқланди, гидростлар ўрнатилди ва сув сарфлари ўлчанди. Юқори ва пастки створлар орасида сувнинг йўқолиши қуйидаги формула орқали аниқланди.

$$S = Q_{\text{юқ}} - \sum Q_{\text{ар}} + \sum Q_{\text{таш}} - Q_{\text{паст}} \quad (1)$$

бу ерда; $Q_{\text{юқ}}$ ва $Q_{\text{паст}}$ - юқори ва пастки створларда ўлчанган сув сарфлари, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\sum Q_{\text{ар}}$ - участка орасида барча сув олувчи ариқларнинг сув сарфи йиғиндиси, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\sum Q_{\text{таш}}$ - участка орасига ташланган сув сарфларининг йиғиндиси, $\text{м}^3/\text{с}$.

Каналлар фойдали иш коэффициенти қуйидаги формула орқали аниқланди:

$$\text{ФИК} = \frac{Q_{\text{юқ}} - S}{Q_{\text{юқ}}} \quad (2)$$

Олиб борилган натура кузатувлари ва эксплуатация бўлими томонидан ўтказилган ўлчов-кузатув маълумотлари натижалари асосда аниқланган суғориш каналларнинг фойдали иш коэффициенти 65-75 % ни ташкил этади (1-жадвал).

1-жадвал.

Ғовасой дарёсидан сув олувчи асосий суғориш каналларининг фойдали иш коэффициенти

№	Суғориш каналлари	Фойдали иш коэффициенти, %
1	Кўтарма	65
2	Шўркент	70
3	Варзигон	70
4	Ғалаба	75
5	Янги Каркидон	65
6	Чап қирғоқ	75
7	Мачит	75
8	Қайроғоч	70
9	Ўнг қирғоқ	65

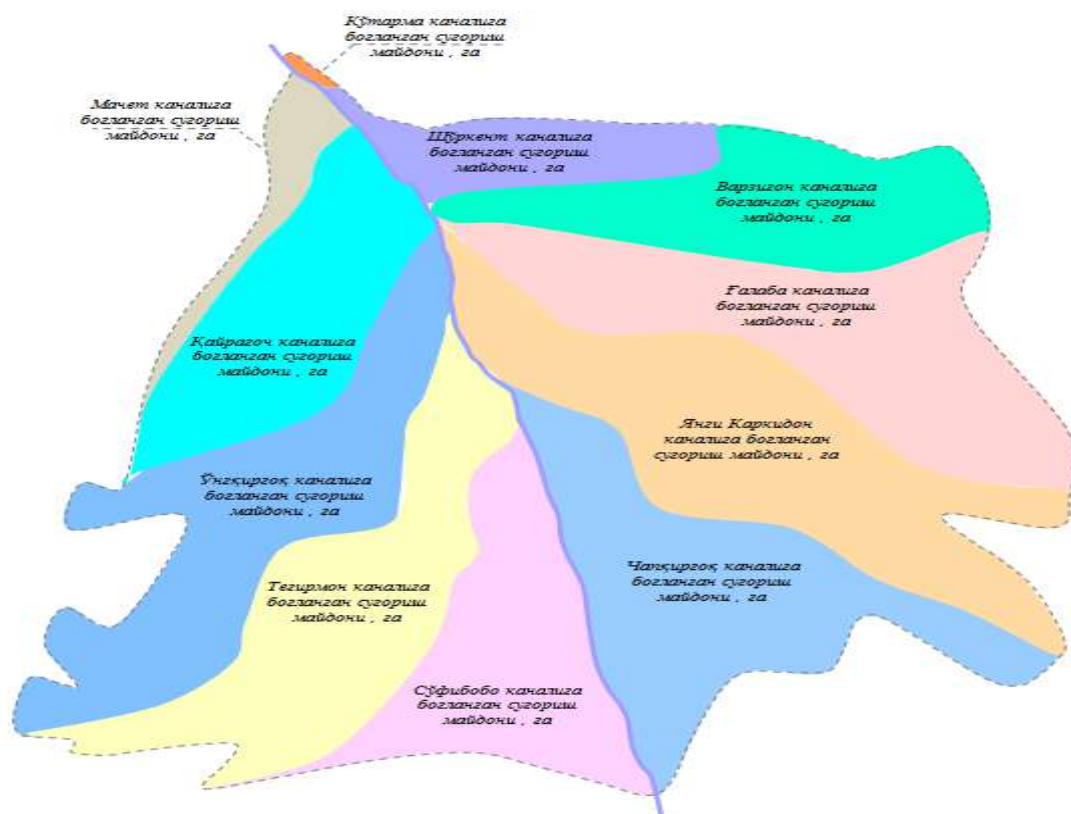
№	Суғориш каналлари	Фойдали иш коэффициенти, %
10	Тегирмон	70
11	Сўфибобо	65

Кичик дарёлар ҳавзаларида бошқа сув манбалари йўқлиги, суғориш каналларида сув оқимининг тезлиги, суғориладиган майдонлари нишаблигининг юқорилиги ва ўзанлар ва суғориладиган майдонларда сув фильтрациясининг кучлилиги билан характерланади.

Хозирги кунда дарёлар ҳавзаларидаги сув ресурсларидан самарали фойдаланишда, ирригацион тизимларда юзага келган бундай муаммоларни таҳлил қилишда, жараёнларнинг жадаллашишини олдини олишда, мавжуд усулларни такомиллаштиришда замонавий географик ахборот тизимлар (ГАТ) технологияларини қўллашга уствор аҳамият берилмоқда [17,18]. Тадқиқот иши мақсадидан келиб чиқган ҳолда Ғовасой дарёси ҳавзасининг схемаси ГАТ қўллаган ҳолда чизилди (3,4-расмлар). Бунинг учун **Arc GIS 10** геоахборот тизим технологиясидан ва Ғовасой дарёси ҳавзасининг ирригацион тармоқлари схемасини чизиш учун эса Cartosat-1 маълумотларидан фойдаланилди. Ғовасой дарёсидан сув оладиган суғориш каналлари сув сарфлари ва уларга боғланган майдонлар 2- жадвалда келтирилган.



3-расм. Ғовасой дарёси ҳавзаси жойлашган минтақа



4-расм. Ғовасой дарёси ҳавзасининг ирригацион тармоқлари ва ҳавзасидаги сув истеъмолчиларнинг ҳудудий бўлиниши

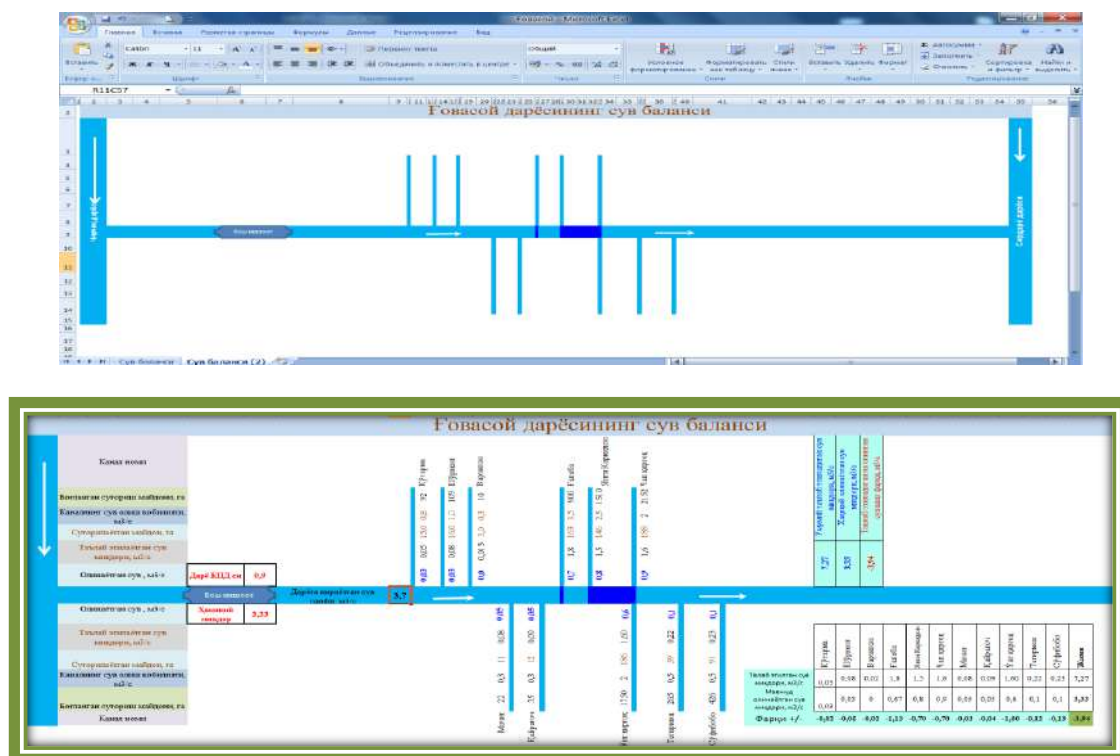
2-жадвал.

Ғовасой дарёсидан сув оладиган суғориш каналлари ва уларга боғланган майдонлар

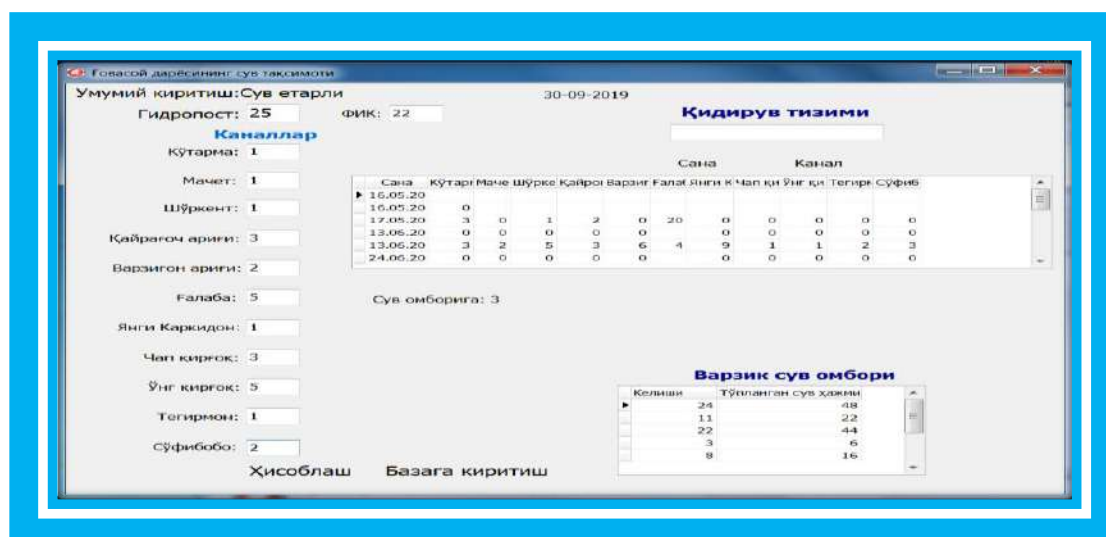
№	Каналлар номи	Сув олиш қобилияти, м ³ /с	Боғланган майдон, га
1	Кўтарма	0,8	92
2	Шўркент	1,0	109
3	Варзигон	0,3	10
4	Ғалаба	15	900
5	Янги Каркидон	7,0	1510
6	Чап қирғоқ	5,6	2152
7	Мачит	0,3	22
8	Қайрағоч	0,3	35
9	Ўнқирғоқ	4,0	1750
10	Тегирмон	0,5	265
11	Сўфибобо	3,0	426

Сув балансини ҳисоблашда Visual Basic дастуридан фойдаланилди [19]. Ушбу дастур билан исталган вақтда ҳисоблаш ишларини амалга ошириш, шу билан биргаликда олдинги ҳисоблар дастурда сақланиб қолинади, исталган вақтда уларга мурожаат қилиш ва энг асосийси бир неча йиллар давомида амалга оширилган сув тақсимотини таҳлил қилиш ва таққослаш имкониятлари ҳам мавжуд. Ҳисоблаш натижаларини самарали таҳлили учун жадваллар ва графиклар ёрдамида кўрсатиш имкони мавжуд, бу ўз навбатида сувни тақсимлашда тезкор ва самарали

бошқариш амалларини бажариш имкониятини яратади. Ғовасой дарё ҳавзасида олиб борилган дала тадқиқотлари асосида дарё ҳавзасининг амалдаги чизиқли ва сув баланс схемаси ишлаб чиқилди (5-расм). Натижада олиб борилган тадқиқотлар маълумотлари асосида Ғовасой дарё ҳавзасида сув ресурсларни тезкор бошқаришни таъминловчи дастур яратилди (6-расм) [20].



5-расм. Ғовасой дарё ҳавзасининг чизиқли ва сув баланси схемаси



6-расм. Ғовасой дарё ҳавзасида сув ресурсларни тезкор бошқаришни таъминловчи дастур схемаси

Тадқиқотлардан олинган илмий ва амалий натижалар Наманган вилояти Қўст тумани Ирригация бўлимига фойдаланиш учун қабул қилинди. Ишлаб чиқилган дастурий таъминот сув тақсмотини автоматик равишда ҳисоблашни амалга оширади. Агарда тақсимлашда эҳтиёждан ортиқча сув миқдори мавжуд бўлса уни Ворзик сув омборига йўналтиришни, аксинча сув миқдори эҳтиёждан кам бўлса у ҳақда огоҳлантиради.

Хулоса

Олиб борилган тадқиқот ва фонд маълумотларини таҳлиллари натижаларидан дарё сув оқимини ўртача кўпийлик миқдорида ўзгаришлар айтарли сезилмасада, йил ичида ўзгариши яъни тебраниши ортиб борётганлигини, дарё сув оқимини серсув даврларида сел тошқинларни фаоллашганлигини кўриш мумкин. Натижада минтақадаги иқлим ўзгаришлари таъсирида Ғовасой дарёси оқимининг миқдори ва шаклланиш муддатлари ҳам ўзгариб бораётганлиги аниқлаштирилди.

Ғовасой дарёси ҳавзасидаги суғориш тизимларининг ҳозирги кундаги техник ҳолатлари ўлчов ва дала кузатувлари орқали аниқланди. Суғориш тармоқларининг фойдали иш коэффицентини ва сув таъминотини узлуксиз бўлишини таъминлаш учун каналлар ўзанини бетон қопламалар билан мустаҳкамлаш тавсия этилди. Ҳамда ҳар бир сув истеъмолчиси сув олиш қулоқларини сув сарфини ўлчаш қурилмалари ва сув оқимини ростлаш иншоотлари билан тўлиқ жиҳозланиши бўйича таклифлари ҳам берилди.

Ғовасой дарё ҳавзаси ҳудудларида сув етказиб берувчи каналларнинг техник ҳолати баҳоланиб, ГАТ технологиялари ёрдамида дарё ҳавзаси ирригацион тармоқлари схемаси шакллантирилди ва уларга боғланган майдонлар аниқланди. Дарё ҳавзаси сув балансини ташкил этувчилари аниқланди ва сув ресурсларидан самарали фойдаланишни таъминлай оладиган моделлар такомиллаштирилиб уларнинг ирригация тизимларидаги моҳияти ГАТ технологиялари ёрдамида кўрсатиб берилди.

Яратилган дастур дарё ҳавзаси сув ресурсларини тезкор бошқарувини амалга ошириш, дарё оқимини ишончли мониторингини ташкил этиш ҳамда сув баланс кўрсаткичлари ҳисобий аниқлигини оширишда амалий ишланма бўлиб хизмат қилади.

References

1. Akhmedkhodzhaeva I.A., Kodirov S.M., Kafforova M.F. *Izmeneniye gidrologicheskogo rezhima predgornyykh malykh rek* [Changes in the hydrological regime of small foothill rivers]. Journal of Hydraulic Engineering. St. Petersburg, 4 (57) 2019. Pp. 22-26. (in Russian)
2. Chub V.E. *Problemy izmeneniya klimata i yego vliyaniye na vodnyye resursy Uzbekistana* [Problems of climate change and its impact on water resources of Uzbekistan] / Materials of the Republican scientific-practical conference. Tashkent: GIDROINGEO, 2008. Pp. 4-6. (in Russian)
3. Hikmatov F.X., Yunusov G'.X. *Orol khavzasi suv resurslari sarflanishining analitik modeli va uni mikdoriy baholash muammolari khakida* [On the analytical model of water consumption in the Aral Sea basin and the problems of its quantitative assessment] // National University of Uzbekistan, scientific journal, Tashkent, 2000. №2. Pp. 23-27. (in Uzbek)
4. Shultz V.L. *Reki Sredney Azii* [Rivers of Central Asia]. L.: Gidrometeoizdat, 1965. 692 p. (in Russian)
5. Khodjiev A.K., G'affarova M.F. "Kishlok va suv khuzhaligining zamonaviy muammolari" ["Modern problems of agriculture and water management."] "Podshaotasoy River Flow Assessment" collection of articles from the traditional XVII scientific-practical conference of young scientists, masters and gifted students on TIAME. Tashkent. 2018. Pp. 49-51. (in Uzbek)
6. Sibukaev E. *Osobennosti formirovaniya i preobrazovaniya stoka malykh gornyykh rek Uzbekistana* [Features of the formation and transformation of the flow of small mountain rivers in Uzbekistan] (on the example of the Kashkadarya basin): dis. ... Cand. technical sciences. Tashkent: IVP, 1996. 9 p. (in Russian)
7. Orlova A.P. *Provesti kompleksnyye issledovaniya i razrabotat' rekomendatsii po ratsional'nomu ispol'zovaniyu i okhrane malykh rek v osnovnykh ekonomicheskikh*

- regionakh strany [Conduct comprehensive research and develop recommendations for the rational use and protection of small rivers in the main economic regions of the country]. NTA, Archive NIIIVP, 1983.82 p. (in Russian)
8. Razakov R.M., Yaroshenko L.V. Razrabotat' kompleks inzhenernykh i biotekhnicheskikh meropriyatiy po uluchsheniyu kachestva malykh rek [To develop a complex of engineering and biotechnical measures to improve the quality of small rivers]. NTO, Archive NIIIVP, 1987.115 p. (in Russian)
 9. Ismagilov X.I., Mamatov S.A., Gapparov F.A., Ibragimov F.I. Togoldi khududlardagi kanallarda shagal-toshlar okishini yuzaga keltiruvchi sabablar [Causes of gravel runoff in canals in mountainous areas]. "Issues of land reclamation, improving the environment and improving the rational use of water resources": Proceedings of the national scientific-practical conference. Tashkent, 2012. Pp 105-108. (in Uzbek)
 10. Gapparov FA, Narziev Zh. Tog va togoldi khududlarida sel okimini shakllanish monitoringi [Monitoring of mudflow formation in mountainous and foothill areas]. Agro ilm magazines. Tashkent, 2020. №3 (65) Pp. 54-55. (in Russian)
 11. Yangiev A., Gapparov F., Adjimuratov D., Panjiev S. Safety and risk categories of water reservoir hydrosystems IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1030(1), 012111.
 12. Krutov A. Razrabotat' imitatsionnuyu model' stoka reki i yego kachestva dlya usloviy basseynov malykh rek respubliki [Develop an imitation model of the river flow and its quality for the conditions of the basins of small rivers of the republic]. NTO, Archive NIIIVP, 1992. 94 p. (in Russian)
 13. Rakhimov Sh.Kh. Razrabotka rekomendatsiy po ratsional'nomu upravleniyu transgranich-nymi vodnymi resursami i sostavleniye prognozov izmeneniya stoka v zavisimosti ot vodnosti let [Development of recommendations for the rational management of transboundary water resources and making forecasts of runoff changes depending on water availability in years]. NTO, Archive NIIIVP, 2009.74 p. (in Russian)
 14. Mamatov SA, Ibragimov FI, Akbarova KH Kichik daryo khavzasida suv bilan ta'minlan-ganlikni oshirish [Increasing water supply in the small river basin]. "Issues of land reclamation, improvement of the environment and improvement of rational use of water resources": Proceedings of the Republican scientific-practical conference. Tashkent, 2012. Pp. 48-51. (in Russian)
 15. By Mamatov S. (FAO progress report on GCP/UZB/002/TUR: "Promotion of water saving technologies in the Uzbek water scarce area of the transboundary Podshaota river basin") Tashkent, 2013.
 16. Makhmudov I.E. Povysheniye effektivnosti upravleniya i ispol'zovaniya vodnykh resursov v srednem techenii basseyna r. Syrdar'ya. [Improving the efficiency of management and use of water resources in the middle reaches of the Syrdarya river basin]. Republic of Uzbekistan, 1-2 may 2015. Tashkent, scientific conference. (in Russian)
 17. Vlatsy V.V. Modelirovaniye rechnogo stoka s ispol'zovaniyem GIS tekhnologiy [River runoff modeling using GIS technologies]. OSU Bulletin No. 9 (115), 2010.- Pp. 104-109. (in Russian)
 18. Akmalov Sh.B., Blanpain O., Masson E. (2017). Study of ecological changes in Syrdarya province by using the Remote Sensing GEOBIA analysis method. Irrigatsiyavamelioratsiyajurnali, Vol N02 (8). TIQXMMI. Tashkent. Pp-15-19.
 19. Vasiliev O.F. Matematicheskoye modelirovaniye gidravlicheskikh i gidrologicheskikh protsessov v vodoyemakh i vodotokakh: [Mathematical modeling of hydraulic and hydrological processes in reservoirs and watercourses:] (a review of the work carried out in the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences) // Water Resources. 1999. T. 26. No. 5. Pp. 600-611. (in Russian)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16752890>

20. Gapparov F.A., Narziev J., Gaffarova M. Daryo khavzasi suv rusurklarini boshkharish va ulardan foydalanishning takomillashtirishni ta'minlovchi dasturiy ta'minot [Guidelines for improving the management and use of water resources of the river basin]. Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan. DGU 06668, Tashkent, 2019. (in Uzbek)

Bog'lanish uchun

1. Gapparov Furkat Akhmatovich Doctor of technical sciences, Head of the department of hydrology and hydrogeology TIIAME +998971552563, ga.furkat@mail.ru
2. Gapparova Mushtariy Furkatovna , Doctoral student, doctoral student of the department of SRIIWR , +99897 7076762, mushtariybonu1995@mail.ru

HYDRAULIC CALCULATION OF A RESOURCE-SAVING JET WATER LIFT

D.Abduraimova, M.Atakhanov, S.Melikuziyev, D. Bakhromova

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

Abstract

Efficient water management in agricultural and industrial sectors increasingly relies on innovative, energy-saving technologies. The study explores the hydraulic and economic aspects of resource-saving jet water lifts, providing a comprehensive analysis of their operational parameters. Through a combination of theoretical modeling and experimental verification, the performance of the jet water lift is optimized to enhance efficiency while minimizing energy losses. The experimental setup simulates real-world conditions, where water is lifted from a depth of 1 meter to a height of 2 meters, demonstrating a working head of $H_p = 1$ m and a flow rate of $Q = 29.52 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Key findings emphasize the role of nozzle design and mixing chamber adjustments in reducing frictional losses and improving hydraulic performance. The obtained results lay the groundwork for further innovations in irrigation and water-lifting systems, ensuring sustainable agricultural practices and efficient resource utilization.

Keywords: jet water lift, resource-saving, nozzle, diffuser, hydraulic efficiency, experimental study, flow optimization.

РЕСУРСТЕЖАМКОР СТРУЯЛИ СУВ КЎТАРГИЧНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИ.

Д.Абдураимова, М.Атаханов, С.Меликузиев, Д. Бахромова

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти.

Аннотация

Қишлоқ хўжалиги ва саноат тармоқларида сув ресурсларини самарали бошқариш инновацион, энергия тежайдиган технологияларга тобора кўпроқ таянмоқда. Тадқиқотда ресурс тежамкор оқимли сув кўтаргичларнинг гидравлик ва иқтисодий жиҳатлари ўрганилиб, уларнинг эксплуатацион параметрлари ҳар томонлама таҳлил қилинган. Назарий моделлаштириш ва экспериментал текшириш комбинацияси орқали оқимли сув кўтаргичнинг ишлаши энергия йўқотишларини камайтирган ҳолда самарадорликни ошириш учун оптималлаштирилади. Тажриба қурилмасида сувни 1 м чуқурликдан 2 м баландликка кўтариб, ишчи напор $H_p=1$ м ва сув сарфи $Q=29,52 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ бўлган реал шароитга ўхшатилади. Асосий натижалар ишқаланиш йўқотишларини камайтириш ва гидравлик кўрсаткичларни яхшилашда сопло конструкцияси ва аралаштириш камерасини созлашнинг аҳамиятини таъкидлайди. Олинган натижалар суғориш ва сув кўтариш тизимларида кейинги инновацияларни жорий этиш, барқарор қишлоқ хўжалиги амалиётини таъминлаш ва ресурслардан самарали фойдаланишга замин яратади.

Таянч сўзлар: оқимли сув кўтаргич, ресурс тежамкор, сопло, диффузор, гидравлик ФИК, экспериментал тадқиқот, оқимни оптималлаштириш.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО СТРУЙНОГО ВОДОПОДЪЕМНИКА.

Д.Абдураимова, М.Атаханов, С.Меликузиев, Д. Бахромов

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

Эффективное управление водными ресурсами в сельском хозяйстве и промышленности все больше зависит от инновационных, энергосберегающих технологий. В исследовании рассматриваются гидравлические и экономические аспекты ресурсосберегающих струйных водоподъемников, предоставляя комплексный анализ их эксплуатационных параметров. Благодаря сочетанию теоретического моделирования и экспериментальной проверки, производительность струйного водоподъемника оптимизируется для повышения эффективности и минимизации потерь энергии. Экспериментальная установка моделирует реальные условия, когда вода поднимается с глубины 1 метр до высоты 2 метра, демонстрируя рабочую нагрузку $H_p = 1$ м и расход $Q = 29,52 \times 10^{-5}$ м³/с. Основные выводы подчеркивают роль конструкции сопла и регулировки смесительных камер в снижении потерь на трение и улучшении гидравлических характеристик. Полученные результаты закладывают основу для дальнейших инноваций в ирригационных и водоподъемных системах, обеспечивая устойчивые методы ведения сельского хозяйства и эффективное использование ресурсов.

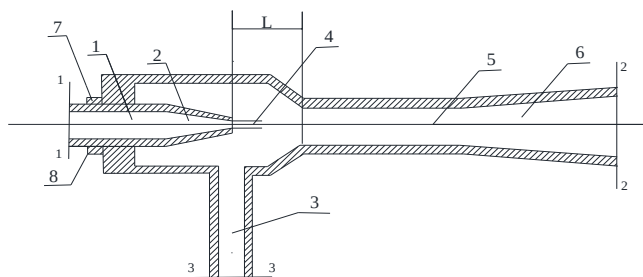
Ключевые слова: элеватор, ресурсосбережение, сопло, диффузор, эффективная гидравлика, экспериментальные студии, оптимизация потока.

Кириш

Республикамизда қишлоқ ва сув ҳўжалиги соҳасида ерларни суғоришда ресурстежамкор сув узатиш ва кўтариш қурилмаларидан самарали фойдаланиш, фермер ҳўжаликларининг суғориладиган майдонларига сувни узатиб беришда техника ва технологияларнинг ишлаш самарадорлигини ошириш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Сув ҳўжалиги ишлаб чиқариш соҳасига инновация усулларни, аввало, сув ва ресурс тежайдиган замонавий технологияларни жорий этиш, унумдорлиги юқори бўлган қишлоқ ҳўжалиги техника ва технологиялардан фойдаланиш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан бири ҳисобланади [1]. Мазкур йўналишда қатор ишланмалар мавжуд бўлиб, сув узатиш ва кўтариш қурилмаларининг назарий асосларини ишлаб чиқишда ҳамда иш режимини такомиллаштиришда асосий масала сув кўтаргичларнинг фойдали иш коэффициенти оширишдан иборатдир [2,3]. Юқоридагилардан келиб чиқиб мазкур мақолада струяли сув кўтаргичнинг ресурстежамкор конструктив параметрларини ҳисоблаш услублари келтирилган. Мавжуд ҳисоблаш усулларида струяли сув кўтаргичларнинг параметрларини асослашда оқим ҳаракати қонуниятларига асосланиш лозимлиги кўрсатиб ўтилган [4]. Бу масаладаги асосий муаммо, кам энергия сарфлаб кўпроқ сув кўтаришга қаратилган.

Кўриб чиқиладиган муаммонинг ҳозирги ҳолатининг таҳлили ва манбааларга ҳаволалар. Струяли сув кутаргич конструктив параметрларини асослашда оқимнинг сув кутаргич камераларидаги гидравлик жараёнларни баҳолаш лозим (1-расм).

Бу турдаги сув кўтаргичларда гидравлик қаршилиқлар ҳисобига энергия йўқолишлари кўп бўлади [5,6], натижада сув кўтаришнинг фойдали иш коэффициенти паст бўлади [7].



1-расм. Струяли сув кўтаргич қурилмасининг схемаси

1-ишчи суюқлик қувури; 2-актив найча (сопло); 3-сув келтирувчи қувур; 4-ўтиш қисми; 5-оқимларнинг аралашуш камераси; 6- диффузор; 7-гайка; 8-уланиш қисми.

Келтирилган струяли сув кўтаргичнинг схемаси учун ишчи напор – сув кўтаргич мосламани ишга туширувчи манба, ишчи камеранинг кириш (1-1) ва чиқиш (2-2) қисмидаги напорлар фарқи асосида аниқланди [8,9]:

$$H_p = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{p_2}{\gamma} - \frac{v_2^2}{2g}, \quad (1)$$

бунда: $\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}$ -мос равишда 1-1 ва 2-2 кесимлардаги пьезометрик баландликлар;

$\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$ - мос равишда 1-1 ва 2-2 кесимлардаги тезлик напорлари;

Струяли сув кўтаргич мосламасида ҳосил қилинадиган напор, ишчи напор дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$H_p = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - \frac{p_2}{\gamma} - \frac{v_2^2}{2g}, \quad (1a)$$

Струяли сув кутаргичда жараёни юзага келтирувчи сув сарфи- ишчи сув сарфи дейилади ва келтирилган схема асосида қуйидагича аниқланади:

$$Q_1 = \vartheta_1 \cdot \omega_1 = \vartheta_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2, \quad (2)$$

бу ерда: ϑ_1 – струяли сув кутаргич найчадан чиқаётган оқим тезлиги, d - найчанинг чиқиш қисмининг диаметри.

Струяли сув кутаргичда узатилаётган сув сарфи қуйидагича аниқланади:

$$Q_3 = \vartheta_3 \cdot \omega_3 = \vartheta_3 \cdot \frac{\pi(d_0^2 - d^2)}{2}, \quad (2a)$$

бу ерда: ϑ_3 - диффузорнинг чиқиш қисмидаги оқим тезлиги, d_0 - оқимларнинг аралашуш камерасининг диаметри.

Напор йўқолишлари оқимларнинг қўшилиш жараёнларида, сув кўтаргич ишчи қисмининг деворларида ишқаланиш ҳисобига ҳамда оқим кинетик энергиясини камайтириш натижасида (диффузорда) юзага келади [10,11].

Струяли сув кутаргич ишини лабораторияда текшириш учун қурилманинг модели ишлаб чиқилган. Моделлаштириш талаблари асосида жараёни ўрганишда асосий параметрларни ўлчов бирликларисиз шаклида ёзилади [12,13]. Юқорида келтирилган

(1-4) тенгламалар системасини биргаликда ечиб таҳлил учун қулай бўлган ифодалари олинади.

Нисбий напор:

$$H = \frac{H_K}{H_K + H_P} \quad (3)$$

Нисбий сарф (инжекция коэффиценти):

$$H = \frac{Q_3}{Q_1} \quad (4)$$

Юқорида келтирилган параметрларнинг оптимал қийматларини аниқлашда лаборатория шароитида изланишлар олиб боришни тақозо этди [14,15]. Назарий изланишлар асосида струяли сув кутаргични иш режимини баҳолаш учун оқимнинг бошланғич параметрлари аниқланади. Струяли сув кутаргич ёрдамида $H_1 = 1.0$ м чуқурликдан, сувни $H_2 = 2.0$ м баландликка узатиш лозим бўлган бошланғич напорни ва ишчи оқим сарфини аниқлаш лозим. Лаборатория шароитида ўтказилган тадқиқотларда струяли сув кутаргичнинг сув узатиш имкониятлари ўрганилди.

Лаборатория тадқиқоти учун струяли сув кутаргичнинг параметрлари: ишчи қувур найчанинг диаметри $d_0 = 6$ мм, аралаштириш камерасининг диаметри $d_1 = 20$ мм, диффузор диаметри $d_2 = 40$ мм қабул қилинди.

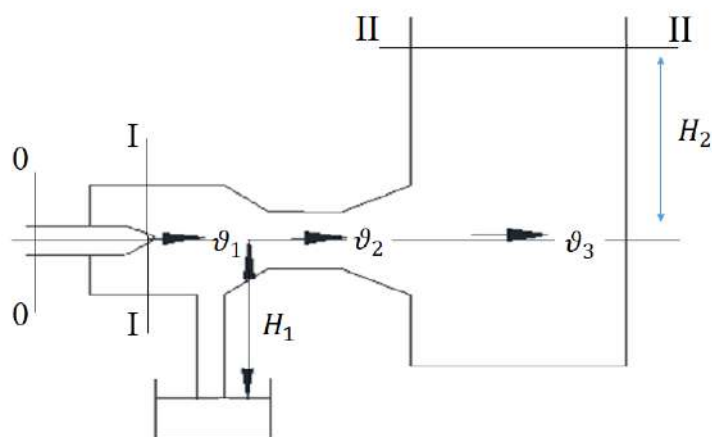
Масаланинг қўйилиши. Тадқиқотда струяли аппарат оркали узатилаётган оқим сарфи ва қувурнинг сарф коэффиценти айрим критериял параметрларга боғлиқ ҳолда ўрганилади. Струяли аппарат сурувчи қувуридан келаётган оқим сарфи, тизимнинг гидравлик элементларини аниқлашда энг муҳим параметрлардан бири ҳисобланади. Шунинг учун ҳам олиб борилган тадқиқотлар қувурда ҳаракатланаётган оқимнинг гидравлик ҳисобини ўрганишга қаратилган.

Натижалар таҳлили ва мисоллар

Назарий тадқиқотларда аралаштириш камерасидаги гидравлик жараёнларни баҳолаш учун оқимнинг энергетик ҳолатини ифодаловчи тенгламадан фойдаланамиз, Қўйилган масаланинг шартлари асосида қуйидагича ҳисоблаш схемасини қабул қиламиз (2-расм). У ҳолда 1-1 ва 2-2 кесимлар учун Д.Бернулли тенгламасини қуйидагича ёзилади:

$$\frac{H_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = H_2 + \frac{(g_1 - g_2)^2}{2g} + \xi_g \frac{(g_2 - g_3)^2}{2g} + \xi_2 \frac{g_3^2}{2g} \quad (5)$$

бу ерда: g_1 - струяли сув кутаргич найчасидан чиқаётган оқим тезлиги; g_2 - аралаштириш камерасидаги оқим тезлиги; g_3 - диффузорнинг чиқиш қисмидаги оқим тезлиги; ξ_g - диффузорнинг қаршилиқ коэффиценти; ξ_2 - чиқишдаги қаршилиқ коэффиценти.



2-расм. Струяли сув кўтаргичнинг ҳисоблаш схемаси

Бошланғич ҳолатда кесимдаги босим $P_1 = \gamma H_1$ га тенглигидан ва узилмаслик тенгласидан $\omega_1 g_1 = \omega_2 g_2 = \omega_3 g_3$ фойдаланиб, (2) ифода қуйидагича ёзилади [16,17]:

$$-H_1 + \frac{g_1^2}{2g} = H_2 + \frac{\left(g_1 - \frac{\omega_1}{\omega_2} g_1\right)^2}{2g} + \xi_g \frac{\left(\frac{\omega_1}{\omega_2} g_1 - \frac{\omega_1}{\omega_3} g_1\right)^2}{2g} + \xi_2 \frac{\left(\frac{\omega_1}{\omega_3}\right)^2 g_1^2}{2g} \quad (6)$$

Келтирилган ифодага сув кутаргич параметрларини қуйиб:

$$\frac{g_1^2}{2g} = H_1 + H_2 + \frac{\left(1 - \frac{d_0^2}{d_1^2}\right)^2 g_1^2}{2g} + \xi_g \frac{\left(\frac{d_0^2}{d_1^2} - \frac{d_0^2}{d_2^2}\right)^2 g_1^2}{2g} + \xi_2 \frac{\left(\frac{d_0^2}{d_2^2}\right)^2 g_1^2}{2g} \quad (7)$$

Найчадан чиқаётган оқим тезлиги учун қуйидаги ифода ёзилади:

$$g_1 = \sqrt{\frac{2g(H_1 + H_2)}{1 - \left(1 - \frac{d_0^2}{d_1^2}\right)^2 + \xi_g \left(\frac{d_0^2}{d_1^2} - \frac{d_0^2}{d_2^2}\right)^2 + \xi_2 \left(\frac{d_0^2}{d_2^2}\right)^2}} \quad (8)$$

Лаборатория шароитдаги струяли сув кутаргич қурилмаси учун, (5) ифодадан фойдаланиб найчадан чиқаётган сув сарфи аниқланади:

$$Q = \omega_1 g_1 = 29.52 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с} \quad (9)$$

бу ерда: g_1 – струяли сув кутаргич найчасидан чиқаётган оқим тезлиги, ω_1 – струяли сув кутаргич найча юзаси.

Қуйилган параметрлар асосида струяли сув кутаргични ишга тушириш учун лозим бўладиган ишчи напорни аниқланади. У ҳолда струяли сув кутаргич ишчи оқими қувуридаги босим аниқланади:

бунинг учун 0-0 ва 1-1 кесимлар учун Бернулли тенгласи ёзилади:

$$Z_0 + \frac{P_0}{\gamma} + \frac{\alpha_0 g_0^2}{2g} = Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + h_{0-1} \quad (9a)$$

бу ерда: g_0 -ишчи оқимнинг қувурдаги тезлиги; h_{0-1} -0 ва 1-1 кесимлар орасида йуқолган напор;

Қаралаётган қурилмада 0-0 ва 1-1 кесимлар орасидаги масофа кичиклигини инобатга олиб h_{0-1} ни қуйидагича аниқланади:

$$h_{0-1} = \xi_c \frac{g_1^2}{2g} \quad (10)$$

бу ерда: ξ_c -найчанинг қаршилик коэффиценти;

Ҳаракат режимини турбулент деб қараб, $\alpha_0 \approx \alpha_1 \approx 1$ га тенг деб олинади [18,19,20].

Натижада струяли сув кутаргич орқали сув узатишни бошлаши учун минимал ишчи напор аниқланади:

$$\frac{P_0}{\gamma} = -H_1 - \frac{\alpha_0 g_0^2}{2g} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + h_{0-1} = -1 - \frac{\alpha_0 g_0^2}{2g} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + h_{0-1} \quad (11)$$

Назарий изланишларда аниқланган параметрлар асосида лаборатория шароитида струяли сув кўтаргичнинг иш режимини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди

(1-жадвал). Ушбу тадқиқотларда узатилаётган сув сарфини ишчи напорга боғлиқлиги графиги қурилди (3-расм).

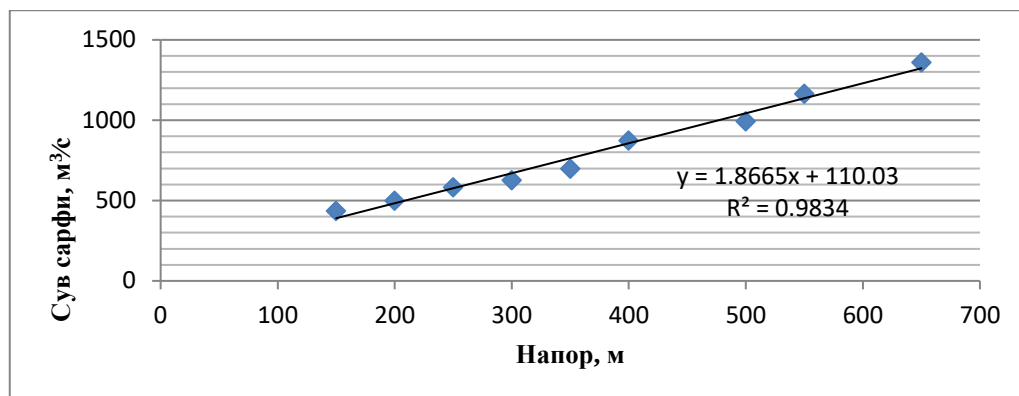
1-жадвал

Лаборатория тадқиқотлари жадвали.

№	Н _р , см	Q _р , см ³ /с	Н ₁ , см	Q ₁ , см ³ /с	Q ₀ , см ³ /с	ΔН,	q
1	150	386	70	51	437	0,467	0,132
2	200	397	70	103	500	0,35	0,259
3	250	443	70	140	583	0,28	0,316
4	300	470	70	158	628	0,233	0,336
5	350	507	70	193	700	0,2	0,381
6	400	617	70	258	875	0,175	0,418
7	500	700	70	294	994	0,14	0,42
8	550	809	70	357	1166	0,127	0,441
9	650	890	70	470	1360	0,108	0,528

Изох: ΔН-нисбий напор, q- Нисбий сарф (инжекция коэффиценти), Н_р-ишчи напор,

Н₁-сув кўтариш баландлиги, Q_р-кирувчи сарф, Q₁-қўшимча сарф, Q₀-умумий сарф



3-расм. Суv сарфинининг ишчи напорга боғлиқлиги графиги

Назарий изланишлар ва лабораторияда олинган маълумотларни математик, статистик усуллари асосида таҳлил этиб струяли суv кўтаргичнинг сарфи ва напори орасидаги боғланиш олинали.

Хулоса

Мақолада струяли суv кўтаргичларнинг халқ хўжалигида қўлланилиши бўйича олиб борилган тадқиқотларнинг аналитик таҳлили асосида ресурс тежамкор мосламаларни ишлаб чиқишда оқим ҳаракати қонуниятига асосланган ҳолда, такомиллаштириш усули кўрилган. Струяли суv кўтаргичнинг гидравлик параметрлари назарий асосланиб, олинган боғланишлар тажрибада синаб кўрилган. Олиб борилган тажрибалар асосида, струяли суv кўтаргични тежамкор параметрлари аниқланди.

Назарий тадқиқотлар асосида шуни хулоса қилиш мумкинки, лаборатория шароитидаги струяли суv кутаргич қурилмаси 1 м чуқурликдаги қудуқдан суv олиб 2 м баландликка узатиш учун ишчи напори $H_{и}=1$ м ишчи оқим сарфи $Q=29.52 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$, бўлиши лозим. Лаборатория шароитида урнатилган тадқиқотларда струяли суv кутаргич ҳар хил напорларда суv узатиш миқдори аниқланди. Назарий изланишлар ва тажриба маълумотларига таяниб, струяли суv кўтаргичнинг сарф характеристикаси қурилган.

Олиб борилган тадқиқотлар асосида аралаш камераси узунлиги ва қувур диаметри орасидаги боғланиш аниқланди. Ҳисобий ва назарий сарфларнинг қийматлари солиштириб, струяли суv кўтаргичнинг оптимал ўлчамлари тавсия этилди.

References

1. Latipov K.Sh., Arifjanov A.M. Voprosi dvizheniya vzvesesushchego potoka v otkrytykh ruslakh [Issues of the movement of a weighted stream in open channels]. Mehnat. Tashkent. 1994. 110 p. (in Russian)
2. Latipov. K.Sh., Muxitdinova M.I., Ilxamov X.Sh. Issledovanie vyazkosti smesey pri dvizhenii dvukhfaznoy sredy v krugloy trube [Issuance of smeseypri dvijenii dvukhfaznoy sredy in the pipe]. Voprosy vychislitelnoy va prikladnoy matematiki. Sbornik nauchnyx trudov. Kibernetika. vypusk 87. -Tashkent, 1989. Pp.115-121. (in Russian)
3. Muxammadiev M.M., Urishev B.U., Nosirov F.J. Uluchshenie vsyasyvayushchey sposobnosti nasosnykh agregatov pri silnom zailenii avankamery [Ultrasound version of sposobnosti nasosny aggregates on avocamery]. Vestnik TashGTU. Tashkent 2008. Pp 85-88.(in Russian)
4. Arifjanov A.M., Abduraimova D.A., Raximov Q.T., Puti ispolzovaniya gidravlik energiyasi vodoemov [Ways to use the hydraulic energy of water bodies]. "Problemi povysheniya effektivnosti ispolzovaniya elektr energiyasi va otraslyax

- agroromyslennogo kompleksasi" Mejdunarodnaya nauchno-praktikcheskaya konferentsiya. 25-26 may. Tashkent 2015. Pp. 234-237. (in Russian)
5. Arifjanov A.M., Ilxomov X., Nizamutdinov D., Raximov K. K otsenke transport rechnykh nanosov v truboprovodakh [To the assessment of river sediment transport in pipelines.]. SANIIRI. Tashkent. 2005. Pp 130-133. (in Russian)
 6. Arifzhanov A.M., Fathullaev A.M., Rakhimov K.T. Raspredelenie skorostey pri ravnomernom dvizhenii vzvesenesushchego potoka [Speed distribution with uniform movement of the weighed stream]. Journal of Problems of Mechanics. Tashkent 2005. Pp 25-29.(in Russian)
 7. Arifjanov AM, Fathullaev AM, Rakhimov KT, Nizamutdinov D. Suv khavzalarini tozalash uchun okimli inzhektor [Flow Injector for Watershed Treatment]. Patent NO FAP 00490, Tashkent 2009. (in Russian)
 8. Arifdjanov A.M., Rahimov Q.T. Abduraimova D. Hydrotransport of exceptional flow in pipelines with various pulls. European Science Review. Austria, Vienna, 2017. Pp.124-126.
 9. Latipov K.Sh. K opredeleniyu koeffitsiyenta gidravlicheskogo treniya [To the determination of the coefficient of hydraulic friction]. Dokl. Academy of Sciences of the Uzbek SSR. 1982. No 8. Pp 16-18. (in Russian)
 10. Rakhimov Q.T. Abduraimova D.A., Determination of water discharge of a jet device taking into account mutfow flow. Journal of "Irrigatsiya va melioratsiya", Tashkent, № 1(19) 2020, Pp. 41-44. (in Uzbek)
 11. Muhammadiev M.M., Khokhlov V.A. Novye razrabotki struynogo nasosa dlya gidroenergetiki [New developments of the jet pump for hydropower]. In sb. "Scientific problems of renewable energy". Samara 2000. Pp. 81-83.(in Russian)
 12. K. Rakhimov, Khamraev S., R. Rasulov Turbulentnoye techeniya potoka [Turbulent flow stream]. Agro Ilm Tashkent, 2010 P.41-45. (in Russian)
 13. Rakhimov K.T. Kinematicheskie kharakteristiki dvukhfaznogo techeniya v truboprovode [Kinematic characteristics of the two-phase flow in the pipeline]. Republican scientific-practical conference "Development of water management and land reclamation of the Republic of Uzbekistan during the transition to a market economy", SANIIRI, Tashkent, 2006, Pp. 129-131. (in Russian)
 14. Rakhimov K.T. Opredlenie propusknoy sposobnosti struynogo apparati [Determination of the capacity of the inkjet apparatus]. TAKI "Architecture. Kurilish. Design" magazines, 2 naps. Tashkent, 2012. Pp.52-54. (in Russian)
 15. Zuykov A.L., Pressure and open flows. Hydraulics of constructions. MIISI-MGSU. Moscow. 2015. 425 p.
 16. Karasik V.M., Asaulenko I.A. Naporniy gidrotransport peschanikh materialov [Pressure hydrotransport of sand materials]. Kiev: Science. Dumka, 1965.107 p.(in Russian)
 17. Karaushev A.V. Teoriya i metody rascheta rechnykh nanosov [Theory and methods for calculating river sediment]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 272 p. (in Russian)
 18. Liu C, Tan S, Zhang X, Yang Y, Xu Y. Deposition regularity in a rainwater pipeline based on variable transport flux. Journal of environmental management. 2018 Oct 15;224: Pp 29-36.
 19. Yang J, Low YM, Lee CH, Chiew YM. Numerical simulation of scour around a submarine pipeline using computational fluid dynamics and discrete element method. Applied Mathematical Modelling. 2018 Mart 1;55: Pp 400-416.
 20. Li MZ, He YP, Liu YD, Huang C. Pressure drop model of high- concentration graded particle transport in pipelines. Ocean Engineering. 2018 Sep 1;163: Pp 630-640

Bog‘lanish uchun

1. Abduraimova Dilbar Aybekovna– PhD., acting associate professor
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 100000
- Tashkent, Mirzo Ulugbek district, 39, Qari Niyaziy street, phone: 93-576-05-56
e-mail: d.abduraimova@tiame.uz
2. Otaxonov Maxsud Yusupovich – PhD. acting associate professor
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 100000
- Tashkent, Mirzo Ulugbek district, 39, Qari Niyaziy street, phone: 97-277-13-03
e-mail: sarkor.93@mail.ru
3. Melikuziev Sarvarbek Mahmud uglu – doctoral student
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 100000
- Tashkent, Mirzo Ulugbek district, 39, Qari Niyaziy street, phone: 90-944-65-75
e-mail: s.melikuziyev@tiame.uz
4. Dilbar Baxromova – master
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 100000
- Tashkent, Mirzo Ulugbek district, 39, Qari Niyaziy street, phone: 90-994-86-32
e-mail: ikramova.07@mail.ru

MODEL OF GROUNDWATER LEVEL CONTROL USING HORIZONTAL DRAINAGE

Arifjanov¹, M.Otaxonov¹, Z.Abdulkhaev²

¹Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

²Fergana Polytechnic Institute

Abstract

The article describes the main factors affecting the rise in the level of groundwater in the city of Fergana and ways to eliminate them. Currently, in order to reduce the negative impact of rising groundwater levels on the environment, crops, buildings and structures, as well as underground utilities, it is proposed to design horizontal drainage in urban areas and a mathematical model has been developed for changing the groundwater level. For this, long-term data from observation wells were analyzed and the hydraulic parameters of horizontal drainage were selected taking into account the hydrogeology of the area. Taking into account the terrain and characteristics of the soil layers, the possibility of diverting the collected water outside the city through the "Margilan Say" passing through the city center has been developed. This equation is solved by a numerical calculation method, and the results are presented in the form of a 3D graphic mode, where the change in the groundwater level is presented in different colors. Based on numerical solutions and analysis of data from observation wells, it is shown that the groundwater level can be lowered due to horizontal drainage. The adequacy of the results was assessed by comparing data collected in natural field conditions.

Key words: horizontal drainage, groundwater, filtration coefficient, groundwater level, infiltration, conductivity, mathematical model, physical model.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

А. Арифджанов¹, М.Отахонов¹, З.Абдулхаев²

¹Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

²Ферганский политехнический институт

Аннотация

В статье описаны основные факторы, влияющие на повышение уровня грунтовых вод в городе Фергана и способы их устранения. В настоящее время для снижения негативного воздействия повышения уровня грунтовых вод на окружающую среду, посевные поля, здания и сооружения, подземные инженерные коммуникации необходимо проектировать горизонтальный дренаж на городской территории и разработана математическая модель изменения уровня грунтовых вод. Для этого проанализированы многолетние данные по наблюдательным скважинам и выбраны гидравлические параметры горизонтального дренажа с учетом гидрогеологии местности и характеристик почвенных слоев. Разработаны рекомендации по отводу грунтовых воды за пределы города через «Маргилан сай», проходящую через центр города. Приведенное уравнение решается численным методом расчета, а результаты представлены в виде 3D графическом режиме, где изменение уровня грунтовых вод представлено разными цветами. На основе численных решений и анализа данных наблюдательных скважин показано, снижение уровня грунтовых вод с помощью горизонтального дренажа. Адекватность результатов оценивалась путем сравнения данных, собранных в естественных полевых условиях.

Ключевые слова: горизонтальный дренаж, грунтовые воды, коэффициент фильтрации, уровень грунтовых вод, инфильтрация, проводимость, математическая модель, физическая модель.

ЕР ОСТИ СУВЛАРИ САТҲИНИ ГОРИЗОНТАЛ ДРЕНАЖ ОРҚАЛИ БОШҚАРИШ МОДЕЛИ

А.Арифжанов¹, М.Отахонов¹, З.Абдулхаетов²

¹Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти.

²Фарғона политехника институти

Аннотация

Мақолада Фарғона шаҳар ер ости сувлари сатҳининг кўтарилишига таъсир этувчи асосий омиллар ва уларни бартараф этиш йўллари кўрсатилган. Ҳозирги кунда ер ости сувлари сатҳининг кўтарилиши атроф-муҳит экологияси, экин майдонлари, бино ва иншоотлар ҳамда ер ости муҳандислик коммуникацияларига салбий таъсирни камайтириш мақсадида шаҳар ҳудудига горизонтал дренажларни лойиҳалаш таклиф қилинган ва ер ости сувлари сатҳини ўзгаришининг математик модели ишлаб чиқилган. Бунинг учун кузатув қудуқларидан олинган кўп йиллик маълумотлар таҳлил қилинган ва ҳудуднинг гидрогеологиясидан фойдаланиб горизонтал дренажнинг гидравлик параметрлари танланган. Ернинг рельефи ва тупроқ қатламларининг хусусиятларини инобатга олиб ер ости сувларни шаҳар марказидан ўтувчи “Марғилон Сой” орқали шаҳардан ташқарига чиқаришнинг имкониятлари ишлаб чиқилган. Келтирилган тенглама сонли ҳисоблаш усулида ечилган бўлиб, натижалар намоёйиши ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши ҳар хил ранглар орқали тасвирланган 3D график ҳолатида берилган. Сонли ечимлар ва кузатув қудуқлардан олинган маълумотлар таҳлили асосида горизонтал дренаж орқали ер ости сувлари сатҳини пасайиши кўрсатилган. Натижалар адекватлиги табиий дала шароитида тўпланган маълумотлар билан солиштириб баҳоланган.

Таянч сўзлар: горизонтал дренаж, ер ости сувлари, фильтрация коэффициенти, ер ости сувлари сатҳи, инфильтрация, ўтказувчанлик коэффициенти, математик модели, физик модел.

Кириш

Қурилишнинг жадал ривожланиши ер ости сувларининг муҳандислик геологик ва экологик муаммоларини янада жиддийлаштирмоқда. Кўпгина ҳолларда, масалан, пойдевор чуқурини қазишда тупроқ деформацияси ёки чуқур тубининг ёрилиши, ер ости қурилишида сувсизлантириш, қувур ўтказиш ёки қумни суюлтириш йўли билан ернинг чўкиши, тош қатламидаги барқарорлик муаммоси, бетон, темир ва пўлатдан ясалган арматураларнинг коррозияга учраши ҳар доим ҳал қилиниши керак бўлган муаммолардан ҳисобланиб келмоқда. Тадқиқотчилар ва муҳандислар муҳандислик геологик, гидрогеологик муаммолар ёки қурилиш фалокатларига катта эътибор қаратишмоқда. Сўнги ўн йилликда ер ости сувлари муҳандислиги тўғрисида кўплаб янги маълумотлар тўпланган [1,2].

Ер ости сувлари таъсирини аниқлаш ер ости сувлари гидрогеологиясининг асосий муаммоси ҳисобланади [3]. Шаҳар ер ости сувларини йиғиб олиш ва унинг ҳолатини баҳолаш суғориладиган деҳқончилик ва шаҳар сув таъминоти учун катта аҳамиятга эга ва бу мавзу кўплаб тадқиқотчилар томонидан моделлаштирилган [4,5,6,7,8]. Ер ости сувлари моделларини яратиш ва қўллаш ер ости сувларини бошқаришнинг замонавий ҳамда самарали усуллари қўллаш учун асос бўлиб хизмат қилади. Ер ости сувлари оқимининг тизимини ўрганишда асосан қумли идиш моделлари, аналог моделлари ва математик моделлар ишлатилган [9,10]. Моделлар кўпинча ҳисоблашлари ва ўрганиши қийин бўлган, фазовий ўзгарувчан сувли қатламларнинг физик ва геологик ҳолатини аниқлаш имконини беради. Аммо, бу ҳисоблаш мураккаб ва узоқ вақтни талаб қилгани учун бундай ҳисоблашлар замонавий компьютер дастурлари асосида бажарилади. Бир неча йиллардан буён кўплаб тадқиқотчилар ер ости сувларининг физик модели ва

ҳисоблаш вақтини қисқартириш учун турли хил математик усуллар қўллашган. Одатда, моделнинг иш вақтини қисқартириш модели аниқлиги билан боғлиқ [11,12]. Ер ости сувлари жараёнига асосланган математик модели, муаммоли соҳадаги физик жараёнларни, муаммоли майдон ва оқимнинг бошланғич ва чегаравий шартларни, вақтга боғлиқ бошланғич шартларни тавсифловчи тенгламасидан иборат.

Математик моделларни аналитик ёки сонли ечиш мумкин бўлиб, бунда ер ости сувлари оқими учун математик моделлар ўзгарувчан ва ўзгармас вақтлар учун ечилади[13]. Аналитик моделларда ечим олиш учун математик тарзда эчилиши мумкин бўлган масалани юқори даражада соддалаштиришни талаб қилади. Оддий аналитик ечимларни калкулятор ёрдамида ҳал қилиш мумкин, лекин мураккаброқ ечимлар кўпинча электрон жадвал ёки компьютер дастури ёки махсус дастурий таъминот ёрдамида амалга оширилади[14]. Аналитик ечимларга асосланган тахминлар, нисбатан содда тизимлар учун ўзини оқлайди, шунинг учун ер ости сувларининг кўпгина амалий масалаларига мос келмайди. Шунга қарамай, аналитик ечимлар ҳали ҳам баъзи муаммолар учун фойдалидир ва ер ости сувлари тизимларининг ҳаракатлари тўғрисида муҳим тушунча беради. Аналитик моделлар янада мураккаб рақамли моделларни тузишда фойдали воситалари бўлиши мумкин, яъни рақамли моделларни ечадиган кодлар тўғри дастурлаштирилганлигини текшириш учун ишлатилади[15]. Аналитик элемент усули мураккаб масалаларни аналитик ечимларни беради. Аналитик элемент усули Гриннинг функцияларига асосланган ва аналитик элементлар деб номланувчи маълум турдаги аналитик ечимларни жойлаштириш учун компьютер кодига таянади[16,17]. Ҳозирги вақтда аналитик элемент моделлари ер ости сувлари оқими муаммосининг икки ўлчовли ва вақт бўйича ўзгармас ҳолатида энг кўп қўлланилади[16,18]. Аналитик элемент моделларидан уч ўлчовли ва вақт бўйича ўзгарувчан моделлаштириш сифатида ҳам фойдалидир. Одатда чекли айрималар ёки чекли элементлар усулига асосланган сонли моделлар ер ости сувларининг бошланғич ва чегаравий шартлари мураккаб бўлган ҳамда вақт бўйича ўзгарувчан ва ўзгармас оқимининг уч ўлчовли ғовак муҳитларда ҳаракатини ҳисоблаш имкон беради[13].

Шаҳар ҳудудида ер ости сувларининг сатҳини кўтарилиши аҳоли яшаш жойлари, кўпдан-кўп муаммоларни келтириб чиқармоқда. Фарғона шаҳарнинг марказий қисмларида, Ёрмазор, Жўйдам ҳудудларида ер ости сувларининг сатҳи 1-1.5 метрни ташкил қилмоқда. Бу муаммони ҳал қилиш учун, ҳозирги кунда чуқур зовурлар қазилиб сувлар йиғилмоқда, бу зовурлар шаҳарда турли муаммолар ва ноқулайликлар келтириб чиқармоқда.

Ечиш усули

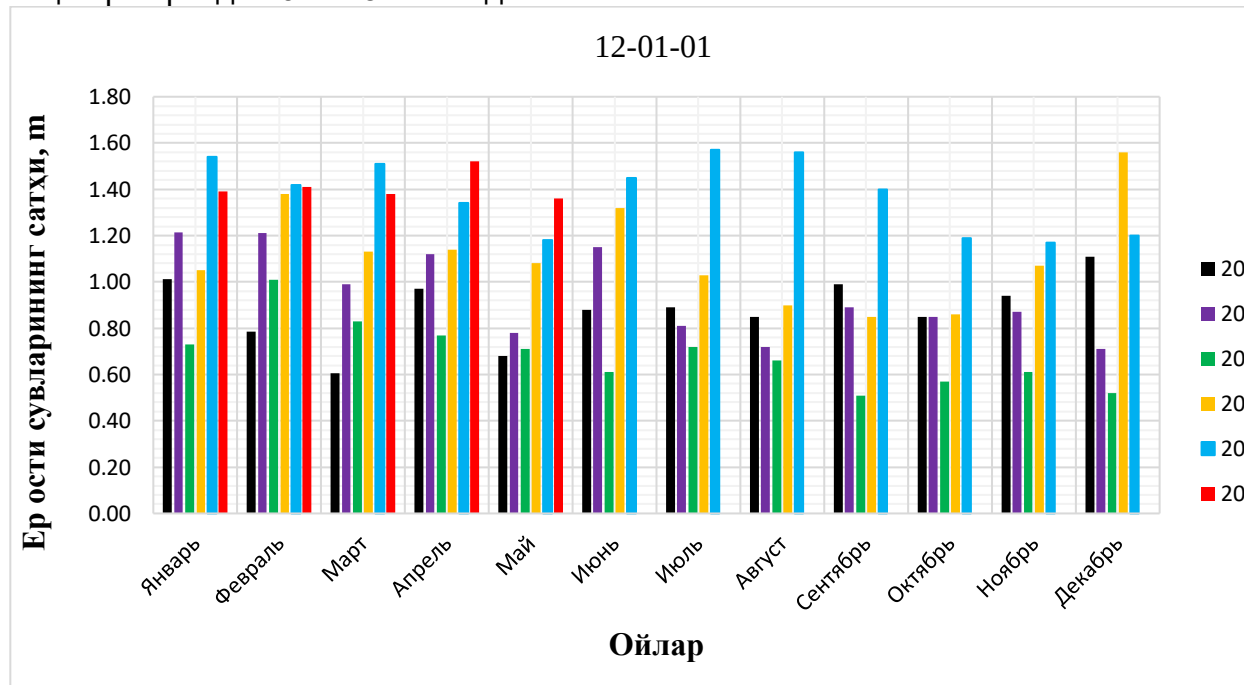
Кейинги йилларда Фарғона шаҳри ҳудудида ер ости сувларининг сатҳини кўтарилиши кўплаб муаммоларни келтириб чиқараётганлиги сабабли, ушбу ҳудудда жойлашган кузатув қудуқларидан ер ости сувлари сатҳи ўлчанади ва олинган натижалар таҳлил қилинади. Ер ости сувлари юқорида жойлашган ҳудудлар учун ҳудуднинг гидрогеологиясидан фойдаланиб горизонтал дренажнинг гидравлик параметрлари танланади. Танланган гидравлик параметрлар ва ўлчаш натижалари математик моделнинг бошланғич шартлари сифатида қабул қилиниб, математик модель асосида шаҳар ҳудудидаги ер ости сувлари сатҳининг пасайиши ҳисобланади. Натижалар таҳлилининг аниқлигини ошириш мақсадида, математик моделдан олинган натижалар 3D график ҳолга келтирилади.

Натижалар таҳлили ва мисоллар

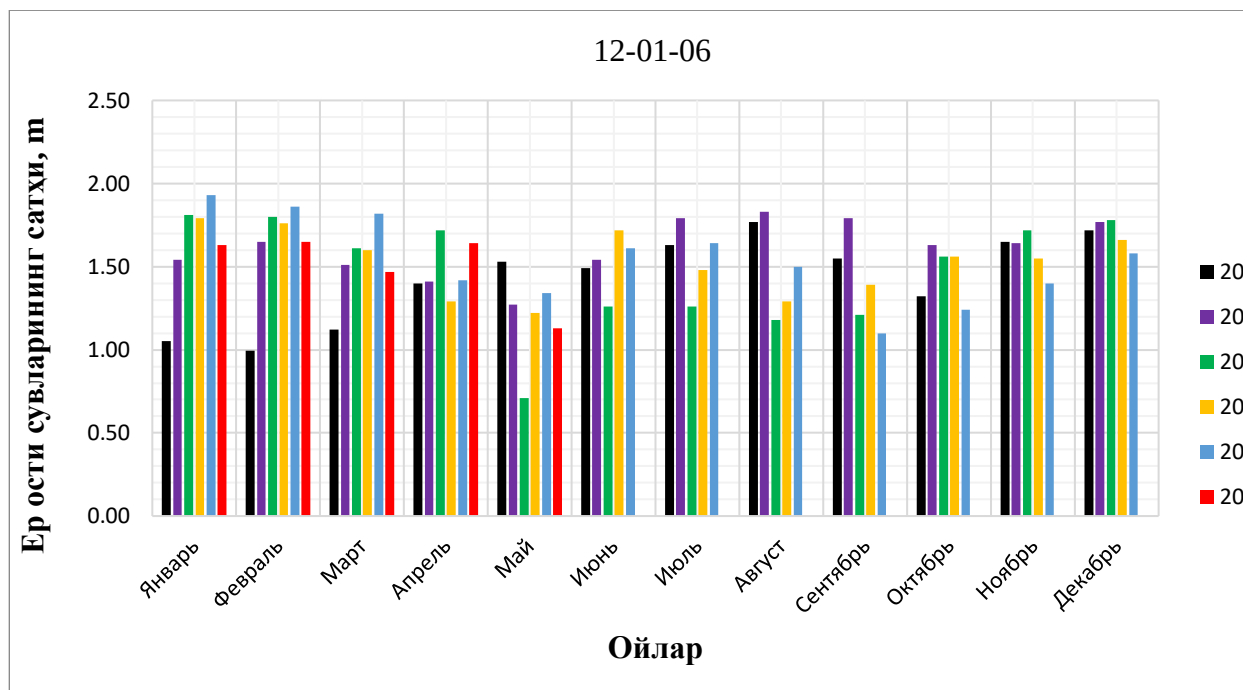
Мухандислик қидирув ишлари натижаларига кўра, ҳудудда йил давомида ёғингарчилик куз, қиш ва баҳор ойларида кўп бўлади, чунки бу даврда ёмғир ёғиши кўпроқ, ёз ойларида эса озроқ бўлади. Ўртача бир йил давомида ёғингарчилик миқдори 181,1 мм бўлиб, бир кунлик ёғингарчилик миқдори 0.496 мм. Июль ойидан

сентябрь ойигача хаво қуруқ бўлади, бу ойларда ёғингарчилик кам бўлади. Худуднинг фильтрация коэффициенти $K=0.000436$ м/сек бўлиб, аксарият жойларда сув ўтказмас қатламгача бўлган баландлик 40 м ни ташкил қилади. Ҳозирги кунда ер ости сувларининг кўтарилиши бино ва иншоотлар, экология, экин майдонлари ва ер ости коммуникацияларига салбий таъсирини кўрсатмоқда. Шахар худудида очиқ горизонтал канал ва зовурлар мавжуд бўлиб, тез тўлиб қолиши натижасида экологияга салбий таъсир кўрсатиб келмоқда. Бундай иншоотларни умумий ҳисоблаб чиққанда катта майдонни эгаллайди[19]. Бундан ташқари баъзи бино ва иншоотларни ер тўла қисмидан ер ости сувлари чиқиши ҳам кузатилмоқда. Шу ва шунга ўхшаш муаммоларни бартараф этишнинг энг мақбул ечими ёпиқ горизонтал дренажлар орқали ер ости сувларини йиғиб ва шахар ташқарисидаги экин майдонларга суғориш учун беришдир. Худуднинг гидрогеологик ҳолати ўрганилганда йиғилган сувларни шахар марказидан ўтувчи “Марғилон Соё” орқали шахардан ташқарига чиқариш учун ернинг релефи мос келиши исботланган[12,20,21].

Ўрганилаётган худуднинг кузатув қудуқларидан олинган 5-йиллик маълумотлари олинган (1,2-расмлар), бу маълумотларга кўра ер ости сувларининг сатҳи ер сиртидан 0.4-1.8 м пастда жойлашган.



1-расм. Ёрмазор худудидаги жойлашган 12-01-01 кузатув қудуғидан олинган ер ости сувлари сатҳи.



2-расм. Ёрмазор ҳудудидаги жойлашган 12-01-06 кузатув қудуғидан олинган ер ости сувлари сатҳи

Физик модели. Мукамал бўлмаган горизонтал дренаж(3-расм) учун солиштирма филтрация сарфи:

$$q = \frac{K(H^2 - H_D^2)}{2 \cdot (L + \Delta f_{(H_D)})} \quad (1)$$

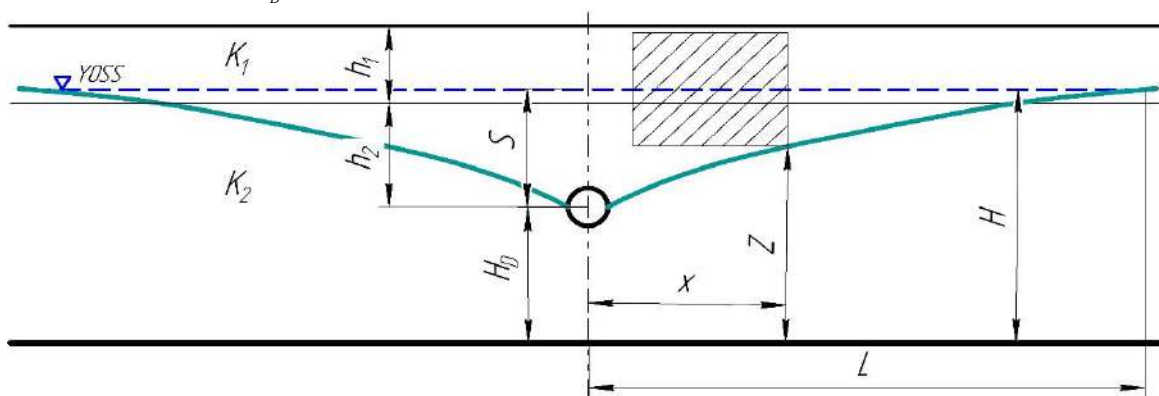
бу ерда: H - ер ости сувлари сатҳини сув ўтказмас қатламдан баландлиги, м;

H_D -сув ўтказмас қатламдан дренаж марказигача бўлган баландлик, м;

K -грутнинг филтрация коэффиценти, м/сек;

L -горизонтал дренажнинг таъсир майдони узунлиги, м;

Δf_{H_D} -қўшимча филтрация қаршилиги.



3-расм. Мукамал бўлмаган горизонтал дренаж

Ўрганилаётган ҳудуднинг грунти 2 хил қатламдан иборат бўлгани учун K -филтрация коэффиценти қуйдагича топилади:

$$K = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2}{h_1 + h_2}$$

Қўшимча филтрация қаршилиги қуйдагича топилади:

$$\Delta f_{H_D} = 0.73 \cdot H_D \cdot \log_{10} \frac{2 \cdot H_D}{\pi H_D \cdot d} \quad (2)$$

бу ерда: d - дренажнинг диаметри, m .

Дренаж марказидан x масофагача бўлган узунликда сув ўтказмас қатламдан депрессия чизигигага бўлган ордината Z қуйдагича топилади:

$$Z = \sqrt{(H_D^2 + (H^2 - H_D^2) \cdot \frac{x}{L}} \quad (3)$$

Дренажнинг таъсир доирасидаги ҳудудда ер ости сувларининг пасайиши учун кетган вақти:

$$t = \sqrt{\frac{L^2}{3 \cdot \frac{K}{S_s} \cdot h_a}} \quad (4)$$

бу ерда: S_s - грутнинг сувни чиқариш коэффициенти, $1/m$;

h_a - ер ости сувининг баландлиги пасайтирилаётган ҳудуднинг ўртача қуввати, m .

Ер ости сувининг баландлиги пасайтирилаётган ҳудуднинг ўртача қувватини аниқлаш учун қуйдаги формуладан фойдаланилади:

$$h_a = \frac{S}{2} \quad (5)$$

бу ерда: S - дренажнинг марказидан ер ости сувларининг сатҳигага бўлган баландлик, m .

Юқоридаги формулалардан фойдаланиб l узунликдаги горизонтал дренаж қабул қилган сувнинг сарфи ҳисобланган.

Математик модели. Дарси қонунида ифодаланган муносабатлар ва масса сақланиши қонуни ер ости сувларининг оқиши жараёнини ифодалайди. Ер ости сувлари оқимини чекли айрималар усулида ифодалаш учун Лаплас тенгламасидан фойдаланилади. Икки ўлчамли Лаплас тенгламаси қуйдаги кўринишда бўлади:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (6)$$

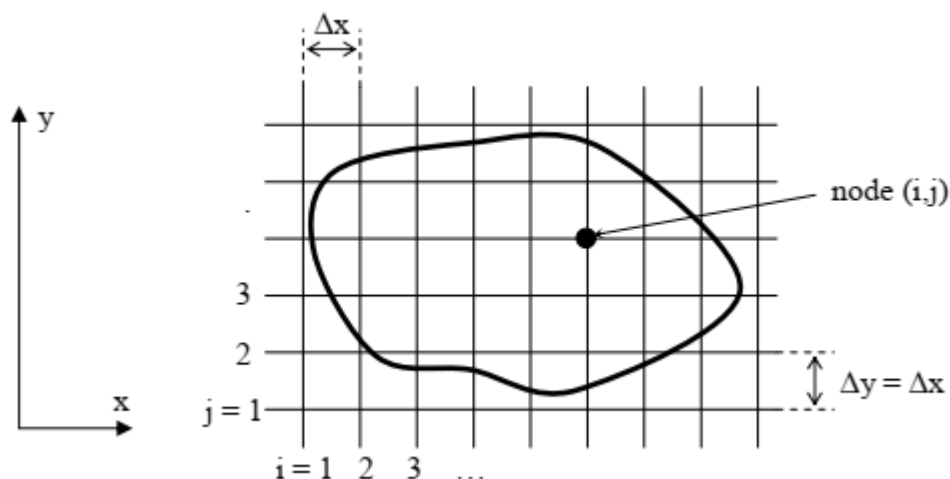
Бу ерда ҳудудга оқиб келаётган ёки оқиб кетаётган суюқлик миқдорини ҳам инобатга олиш зарур, агар ҳудудга суюқлик қўшилса Q нинг ишораси мусбат, ҳудуддан суюқлик оқиб чиқадиган бўлса Q нинг ишораси манфий олинади. Лекин ҳудудда ёғингарчилик туфайли (ёмғир-қор сувлари) $Q_{кел}$ сарф қўшилиятти, дренаж орқали $Q_{чик}$ сарфдаги сув ер остидан чиқарилиятти. Демак, умумий сарф:

$$Q = Q_{кел} - Q_{чик}$$

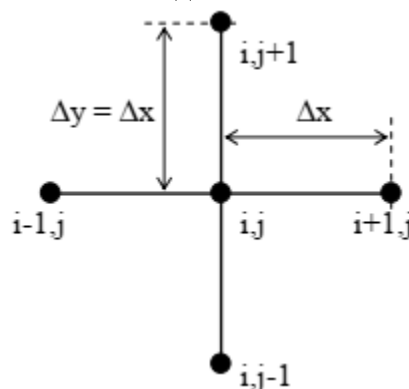
Ўрганилаётган майдон чегараси аниқлангандан сўнг, тўрлар усули орқали сегментларга бўлинади. Сегментдаги ҳар бир тугунда 4 тадан қўшни нуқталар мавжуд бўлиб, x ва y ўқлари бўйича иккинчи даражали ҳосилани қуйдагича ёзиб чиқиш мумкин бўлади(4-расм)[10,19,22]:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{h_{i-1,j} - 2h_{i,j} + h_{i+1,j}}{(\Delta x)^2} \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{h_{i,j-1} - 2h_{i,j} + h_{i,j+1}}{(\Delta y)^2} \quad (8)$$



4-расм. Чегараланган майдонни сегментларга бўлиниши.



5-расм. Чекли айрималар тўрининг ички тугунлари.

Бу тенгламаларни (6) тенгламага алмаштириш орқали чекланган айрималар тенгламасига эга бўлдик:

$$\frac{h_{i-1,j} - 2h_{i,j} + h_{i+1,j}}{\Delta x^2} + \frac{h_{i,j-1} - 2h_{i,j} + h_{i,j+1}}{\Delta y^2} \pm \frac{Q_{i,j}}{T(\Delta x)^2} = 0 \quad (9)$$

$$h_{i-1,j} + h_{i,j-1} - 4h_{i,j} + h_{i+1,j} + h_{i,j+1} \pm \frac{Q_{i,j}}{T(\Delta x)^2} = 0 \quad (10)$$

бу ерда: T -ўтказувчанлик коэффициенти бўлиб, фильтрация коэффициенти ва қатламнинг қалинлигига боғлиқ, $m^2 / \text{сек}$.

(10) тенгламадан $h_{i,j}$ ни топадиган бўлсак:

$$h_{i,j} = \frac{h_{i-1,j} + h_{i,j-1} + h_{i+1,j} + h_{i,j+1}}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (11)$$

Ҳисоблашлар кўп маротаба такрорланадиган бўлса, такрорланиш сонини m даража кўрсаткичи орқали ифодаланади:

$$h_{i,j}^{m+1} = \frac{h_{i-1,j}^m + h_{i,j-1}^m + h_{i+1,j}^m + h_{i,j+1}^m}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (12)$$

Юқоридаги тенглама чегараланган ҳудудининг ички тугунлар учун ўринли. Агар x ўқидаги чегара учун $h_{i,j-1} = h_{i,j+1}$ деб қабул қилсак, ҳамда x ўқидаги чегара тугунлар учун (11) ва (12) тенгламаларга қуйдаги ўзгартиришни киритсак:

$$h_{i,j} = \frac{h_{i-1,j} + h_{i+1,j} + 2h_{i,j+1}}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (13)$$

ёки

$$h_{i,j}^{m+1} = \frac{h_{i-1,j}^m + h_{i+1,j}^m + 2h_{i,j+1}^m}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (14)$$

Барча чегара тугунлар учун (13) ва (14) тенгламаларга ўхшаб ўзгартиришлар киритилади.

Масалани сонли ечишда қуйидагича бошланғич ва чегаравий шартлар белгиланган:

киришда:

$$\frac{h}{h_0} = h_x \quad (15)$$

бу ерда: h_0 -киришдаги напор, m ;

h_x -ер ости сувининг сатҳи, m .

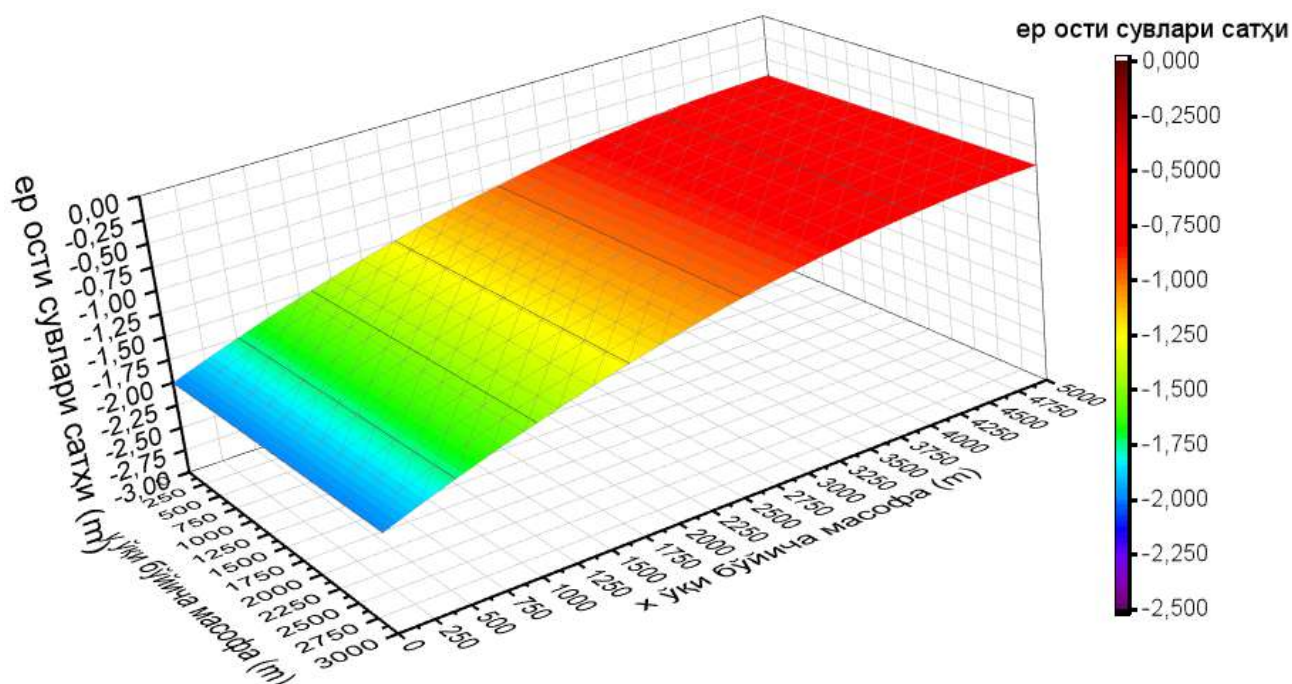
чиқишда:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (16)$$

Ҳисоблашда ҳудуднинг барча қисмида ер ости сувларининг сатҳи 2 m [23], инфильтрация коэффициенти 0,496 $mm/кун$ деб қабул қилинган. Юқоридаги шартлар асосида олинган дифференциал тенгламани сонли усулда ечилади.

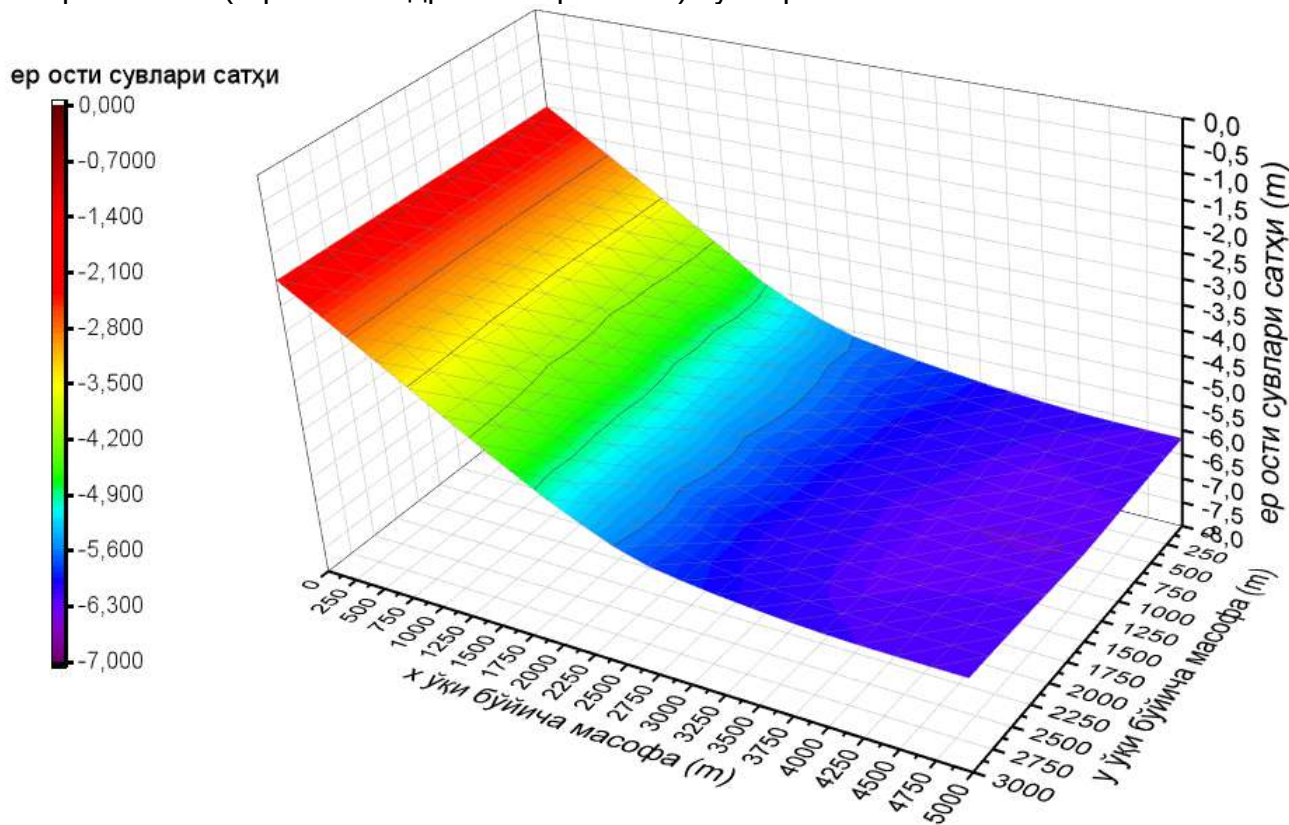
Фарғона шаҳрининг Бешбола, Жўйдам ва Ёрмазор ҳудудларида ер ости сувларининг сатҳи кўтарилган. Ер ости сувларини пасайтириш учун горизонтал дренажлардан фойдаланиш энг самарадор усуллардан ҳисобланади. Ҳудудга тушаётган ёғин миқдори, горизонтал дренажнинг сув қабул қилиш қобилияти ва ер ости сувларининг напори каби бошланғич ва чегаравий шартлар асосида физик ва математик модели шакиллантирилган. Моделлаштиришдан олинган сонли ҳисоб натижалар график ҳолига келтирилган(5,6-расмлар). Графикдаги ранглар ер ости сувлари сатҳининг ўзгаришини кўрсатади.

Ер ости сувлари сатҳининг уч ўлчамли кўриниши 6-расмдаги графикда кўрсатилган бўлиб, бошланғич ҳолатда ер ости сувларининг сатҳини 2 m деб қабул қилганмиз, ер юзасидаги ёғингарчилик ҳисобига тушаётган сувнинг миқдори ҳисобига ер ости сувларининг сатҳи 0.6-0.7 m гача кўтарилганлигини кўриш мумкин. Ҳақиқатдан ҳам ёғингарчилик кўп бўлган ойларда ер ости сувларининг сезиларли даражада кўтарилилганлигини, яъни 0.4-0.7 m гача кўтарилганлигини 1,2-расмлардаги диаграммадан кўриш мумкин. Юқорида кўрсатилган 6-расмдаги график горизонтал дренаж жойлаштирилмаган ҳолат учун, яъни ҳудуддан горизонтал дренаж орқали суёқлик йиғиб олинмаган ҳолати учун моделдан олинган натижалар график ҳолатига келтирилган. Бу расмдаги графикдан ер ости сувларининг бошланғич баландлиги 2 m эканлигини кўриш мумкин бўлади. Агар ер ости сувлари ҳудуддан чиқарилмаса йил бўйлаб ёғган ёғингарчилик ҳамда ҳудудга ер ости ва ер устидан келаётган сувлар ҳисобига ер ости сувларининг кўтарилишини кўриш мумкин бўлади.



6-расм. Горизонтал дренаж ўрнатилмаган ҳол учун ер ости сувлари сатҳининг уч ўлчамли кўриниши

Ўрганилаётган ҳудудда ер ости сувларини пасайтириш мақсадида горизонтал дренажлар жойлаштирилгандан кейинги ер ости сувларининг энг максимал сатҳи 5.1-6.2 м гача тушганлигини кўриш мумкин(7-расм). Моделлаштиришда ҳудудга келаётган (ер ости ва ер усти сувлари, ёғингарчилик ҳисобига ҳосил бўлган сувлар) ва чиқариб юборилаётган (горизонтал дренажлар йиғган) сувлар инobatга олинган.



7-расм. Горизонтал дренаж ўрнатилгандан кейин ер ости сувлари сатҳининг уч ўлчамли кўриниши.

Хулоса.

Ер ости сувларини пасайтириш учун горизонтал дренажлардан фойдаланиш энг самарадор усуллардан ҳисобланади. Горизонтал дренажни қўллаш орқали шаҳар ҳудудида ер ости сувлари пасайтирилса, шаҳарнинг экологик ҳолати яхшиланади, шаҳардаги бино-иншоотлар, муҳандислик коммуникацияларига таъсир этаётган салбий оқибатлар камаяди. Йиғилган сувлар Марғилон сой орқали шаҳар ташқарисидаги экин майдонларга суғориш учун жўнатилади. Ҳудудга тушаётган ёғин миқдори, горизонтал дренажнинг сув қабул қилиш қобилияти ва ер ости сувларининг напори каби бошланғич ва чегаравий шартлар асосида физик ва математик моделлари шакиллантирилган. Муҳадислар учун қулайликлар яратиш мақсадида физик ва математик ҳисоблашларнинг сонли натижалари 3D кўринишдаги график ҳолига келтирилган. Графикда ер ости сувлари сатҳининг ҳар бир ўзгариши ранглар ва чизиқлар билан ажратиб кўрсатилган. Таҳлиллар натижасига кўра агар шаҳарнинг ер ости сувлари кўтарилган жойларида горизонтал дренажлар орқали ер ости сувларининг сатҳини пасайтирилиши кўрсатилган.

References

1. Y. Tang, J. Zhou, P. Yang, J. Yan, and N. Zhou, Groundwater engineering. Shanghai, 2017. 420 p.
2. A. M. Arifjanov, L. N. Samiev, F. K. Babajanov, G. M. Xamdamova, and S. N. Yusupov "Yer osti suvlari sathining o'zgarishini agrolandshaftlar barqarorligiga ta'sirini geoaxborot tizimi uslublari yordamida modellashtirish" [Modeling the impact of changes in the ground water level on the stability of agricultural landscapes using GIS]. Journal "Irrigatsiya va melioratsiya". Tashkent, 2020. №3(21). pp. 43-46. (in Uzbek)
3. K. B. Mulligan and D. P. Ahlfeld "Model reduction for combined surface water/groundwater management formulations" Environmental Modelling and Software. Oxford, 2016. vol. 81. pp. 102-110.
4. J. Bredehoeft "Hydrologic trade-offs in conjunctive use management". Groundwater. Hoboken, 2011. vol. 49, no. 4, pp. 468-475.
5. J. G. Arnold, P. M. Allen, and G. Bernhardt, "A comprehensive surface-groundwater flow model". Journal of hydrology. Amsterdam, 1993. vol. 142, no. 1-4, pp. 47-69.
6. R. M. Maxwell et al., "Surface-subsurface model intercomparison: A first set of benchmark results to diagnose integrated hydrology and feedbacks" Water Resources Research. Washington, 2014. vol. 50, no. 2, pp. 1531–1549.
7. N. R. Rossman and V. A. Zlotnik "Regional groundwater flow modeling in heavily irrigated basins of selected states in the western United States". Journal of hydrology. Amsterdam, 2013. vol. 21, no. 6, pp. 1173-1192.
8. M. A. Sophocleous, J. K. Koelliker, R. S. Govindaraju, T. Birdie, S. R. Ramireddygar, and S. P. Perkins "Integrated numerical modeling for basin-wide water management: The case of the Rattlesnake Creek basin in south-central Kansas". Journal of hydrology. Amsterdam, 1999. vol. 214, no. 1-4, pp. 179-196.
9. A. Arifjanov, L. Samiev, S. Yusupov, D. Khusanova, Z. Abdulkhaev and S. Tadjiboyev "Groundwater Level Analyse In Urgench City With Using Modflow Modeling And Forecasting System". E3S Web of Conferences. Moscow, 2021. vol. 263, pp. 1-8.
10. J. Istok "Groundwater modeling by the finite element method". Washington, 1989. 501 p.
11. M. Gosses, W. Nowak, and T. Wöhling, "Explicit treatment for Dirichlet, Neumann and Cauchy boundary conditions in POD-based reduction of groundwater models". Advances in Water Resources. Oxford, 2018. vol. 115, pp. 160-171.

12. Z. E. Abdulkhaev, A. M. Sattorov and M. A. O. Shoev "Protection of Fergana City from Groundwater". Euro Afro Studies International Journal. Vienna, 2021. vol. 3, no. 6, pp. 70-81.
13. M. P. Anderson, W. W. Woessner and R. J. Hunt "Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport". Amsterdam, 2015. 565 p.
14. P. M. Barlow and A. F. Moench "Analytical solutions and computer programs for hydraulic interaction of stream-aquifer systems". Massachusetts, 1998. 85 p.
15. H. Haitjema "The role of hand calculations in ground water flow modeling". Groundwater. Hoboken, 2006. vol. 44, no. 6, pp. 786–791.
16. H. M. Haitjema "Analytic element modeling of groundwater flow". Bloomington: Academic Press, 1995. - 393 p.
17. O. D. Strack, "Groundwater mechanics". Englewood, 1989. 513 p.
18. R. J. Hunt "Ground water modeling applications using the analytic element method". Groundwater. Hoboken, 2006. vol.44, no. 1, pp. 5-15.
19. S. B. Akmalov "Using remote sensing very high resolution data in observation of open drainage system conditions in Syrdarya province". Journal "Irrigatsiya va melioratsiya". Tashkent, 2016. No2. pp. 26-29.
20. A. Z. Erkinjonovich, M. M. Mamadaliyevich, and S. M. Axmadjon o'g'li "Reducing the Level of Groundwater In The City of Fergana". International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. Nashik, 2021. vol. 2, no. 2, pp. 67–72.
21. Fathulloev A.M., Samiev L.N., Ahmedov I.G., Jumaboyev X, Eshev S.S., Arifjanov S. Bog'lanmagan gruntlardan tashkil topgan uzanlarda yuvilmaslik tezliklarini aniqlash [To the determination of non-effective speed in the beds containing from unconnected soils]. Journal "Irrigatsiya va melioratsiya". Tashkent, 2019. No1(15). pp.27-32.(in Uzbek)
22. F. De Smedt "Groundwater modeling" Brussel, 2003. 106 p.
23. A. Ramazanov O glubine drenazha na zasolennykh zemlyakh [About the depth of drainage in saline lands]. Journal "Irrigatsiya va Melioratsiya". Toshkent, 2018. №1(11). pp.13-17. (in Russian)

Bog'lanish uchun

1. Arifjanov Aybek Mukhamedjanovich – DSc, Professor Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers, 100000 – Tashkent city, Mirzo Ulugbek district, Qari Niyaziy street, 39. tel.: 71-237-19-71, e-mail: obi-life@mail.ru
2. Otaxonov Maqsud Yusufovich – PhD docent
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 100000 - Tashkent, Mirzo Ulugbek district, 39, Qori Niyaziy street, phone: 71-237-19-71, email: maqsudxon.otaxonov.87@mail.ru
3. Abdulkhaev Zokhidjon Erkinjonovich - PhD student
Fergana Polytechnic Institute, 150107, Fergana city, Fergana street, 86.
tel.: 93 642-20-30, e-mail: zokhidjon@ferpi.uz

INNOVATIVE ROTOR CASING AND LEVELING APRON FOR COMBINED TILLAGE MACHINE

A.A. Akhmetov¹, L.B. Muratov²

¹"Design and Technological Center of Agricultural Machinery"

²Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

Abstract

This study explores the design and optimization of a combined tillage machine with an innovative rotor casing and leveling apron to improve soil cultivation efficiency. Experiments show that when the dragging prism height exceeds 200 mm, loose soil falls onto the rotor, causing forward ejection and uneven soil distribution. To prevent this, either the prism height must be reduced or the rotor-apron distance increased, though the latter increases machine size and weight. The optimal leveling apron length (205–220 mm) and curvature radius ($r_3 > 101.5$ mm) were determined to minimize repeated rotor blade impact on soil. A novel self-adjusting apron mechanism was developed, allowing dynamic adaptation to soil pressure changes, reducing waste, and ensuring uniform tillage. Field tests confirmed that the proposed modifications enhance tillage quality, reduce soil loss, and improve energy efficiency, providing a sustainable solution for modern mechanized agriculture.

Keywords: tillage machine, rotor casing, leveling apron, soil efficiency, mechanized agriculture, energy-saving.

ИННОВАЦИОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ КОЖУХА РОТОРА И ФАРТУКА-ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

A.A. Ахметов¹, Л.Б. Муратов²

¹Конструкторский тех-нологический центр сельскохозяйственного машиностроения.

²Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

В данном исследовании изучены вопросы проектирования и оптимизации комбинированной машины для обработки почвы с использованием инновационного роторного корпуса и выравнивающего фартука для повышения эффективности обработки почвы. Эксперименты показывают, что при высоте волочильной призмы более 200 мм на ротор падает рыхлая почва, что приводит к выбросу вперед и неравномерному распределению почвы. Для предотвращения этого необходимо либо уменьшить высоту призмы, либо увеличить расстояние ротора-апрона, хотя последнее увеличивает размер и вес машины. Были определены оптимальные длина выравнивающего фартука (205-220 мм) и радиус кривизны ($r_3 > 101,5$ мм) для минимизации повторного удара лопасти ротора на почву. Разработан новый саморегулирующийся механизм фартука, позволяющий динамически адаптироваться к изменениям давления почвы, уменьшать отходы и обеспечивать равномерность обработки почвы. Натурные испытания подтвердили, что предложенные модификации повышают качество обработки земли, снижают потери почвы и повышают энергоэффективность, обеспечивая устойчивое решение для современного механизированного земледелия.

Ключевые слова: машина для обработки земли, корпус ротора, фартук для выравнивания, эффективность почвы, механизированное сельское хозяйство, энергосбережение.

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН ТУПРОҚҚА ИШЛОВ БЕРИШ МАШИНАСИ УЧУН ИННОВАЦИОН РОТОР КОЖУХИ ВА ТЕКИСЛОВЧИ ФАРТУК

А.А. Ахметов¹, Л.Б. Муратов²

¹«Қишлоқ хўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик маркази».

²Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти.

Аннотация

Ушбу тадқиқот ишида тупроққа ишлов бериш самарадорлигини ошириш учун комбинациялашган тупроққа ишлов бериш машинасининг инновацион роторли кожух ва текисловчи фартук конструкцияси ва уни оптималлаштириш масалалари тадқиқ этилган. Тажрибалар шуни кўрсатадики, тортиш призмасининг баландлиги 200 мм дан ошганда, бўш тупроқ роторга тушади, бу эса олдинга отишга ва тупроқнинг нотекис тақсимланишига олиб келади. Бунинг олдини олиш учун ё призма баландлигини пасайтириш ёки ротор-апрон масофасини ошириш керак, ammo бу машина ўлчами ва оғирлигини оширади. Тупроққа ротор тўғрисида таъсирини минималлаштириш учун текисловчи фартукнинг оптимал узунлиги (205-220 мм) ва эгрилик радиуси ($r > 101,5$ мм) аниқланди. Тупроқ босимининг ўзгаришига динамик мослашишга, чиқиндиларни камайтиришга ва тупроққа бир текис ишлов беришни таъминлашга имкон берадиган янги ўз-ўзини соловчи фартук механизми ишлаб чиқилди. Таклиф этилган модификациялар тупроққа ишлов бериш сифатини ошириш, тупроқнинг йўқотилишини камайтириш ва энергия самарадорлигини ошириш, замонавий механизатсиялашган қишлоқ хўжалигининг барқарор ечимини таъминлашга дала синовларида ўз тасдиғини топди.

Таянч сўзлар: тупроққа ишлов бериш машинаси, ротор корпуси, текисловчи фартук, тупроқ самарадорлиги, механизатсиялашган қишлоқ хўжалиги, энергия тежамкор.

Введение.

Существующая в хлопководческом регионе технология предпосевной обработки включает необоснованно высокое число воздействий на почву [1, 2, 3], что приводит к излишним затратам энергии и материально-технических ресурсов, а многократный проход машинно-тракторных агрегатов по полю способствует переуплотнению пахотного слоя, затягиванию сроков сева сельскохозяйственных культур, приводит к потере почвенной влаги [4, 5, 6]. Здесь для обработки почвы применяют, в основном, однооперационные и различные по конструкции машины-орудия.

Обзор технических средств и технологий предпосевной обработки почвы показал, что создание комбинированной машины является наиболее перспективным направлением в развитии техники и технологии предпосевной обработки почвы в хлопководческом регионе [7, 8, 9, 10]. Применение вместо набора серийных однооперационных предпосевных машин-орудий только одной комбинированной почвообрабатывающей машины позволяет путём выбора и варьирования режимов работы ротора достичь любого качества крошения почвы за один проход агрегата. Однако у комбинированной машины есть один недостаток связанный с сгруживанием почвы перед фартуком-выравнивателем, возникающим во время работы при встрече с бугорками и другими неровностями. В результате такого сгруживания происходит повторное воздействие ротора на уже

обработанную ротором почву и приводит к ее распылению, что нежелательно [11,12,13,14]

Методы и решений

Для устранения указанного недостатка комбинированной машины была разработана инновационная конструкция кожуха ротора и фартука-выравнивателя, которая позволяет выносить из зоны воздействия ножей излишнюю часть призмы волочения, образующиеся при сгуживании почвы перед фартуком-выравнивателем [15,16,17]. У инновационной конструкции фартук-выравниватель работает совместно с кожухом ротора в режиме клапана, срабатывающего от давления, создаваемого избыточным, чем оптимальным, объемом призмы волочения, образующегося перед фартуком-выравнивателем.

На экспериментальном заводе БМКБ «Агромаш» был изготовлен экспериментальный образец комбинированной машины, снабженной фартуком-выравнивателем, работающим совместно с кожухом ротора в режиме клапана (рис. 1).



Рис. 1. Комбинированная машина, снабженная фартуком-выравнивателем, работающим совместно с кожухом ротора в режиме клапана

Анализ результатов и обсуждение

Комбинированная машина (рис. 2) состоит из рамы 2, пассивного рабочего органа 1, ротора 12, кожуха, фартука-выравнивателя 9. Кожух состоит из неподвижной 3 и подвижной 4 частей. Фартук-выравниватель 9 подпружинен пружиной 8 посредством поводка 7 и кронштейна 5. Причем фартук-выравниватель шарнирно соединен с подвижной частью кожуха пружиной 10, поддерживаемой поводком 11, установленным на кронштейне 6, закрепленном к поводку 7 фартука-выравнивателя.

При обработке неровностей, например бугров “Б”, увеличивается объем почвы, обрабатываемой ротором и поступающей на фартук-выравниватель, от чего возрастает объем призмы волочения, следовательно, и сила давления почвы. Под ее воздействием фартук-выравниватель, сжимая пружину 8, посредством поводка 7 и кронштейна 6 приподнимает подвижную часть 4 кожуха. В результате между нижней кромкой подвижной части кожуха и верхней кромкой фартука-выравнивателя образуется щель “А”, через которую пересыпается и уплотняется катком излишняя часть почвы и, тем самым, предотвращается сгуживание почвы перед фартуком-выравнивателем [18, 19, 20]. Как только ротор преодолает неровности, объем обрабатываемой им почвы сокращается, от чего уменьшается

сила подпора почвы на фартук-выравниватель, и он под действием силы сжатия пружин 8 и 10 возвращается в исходную позицию. Одновременно возвращается в исходную позицию кинематически связанная с этой системой подвижная часть кожуха.

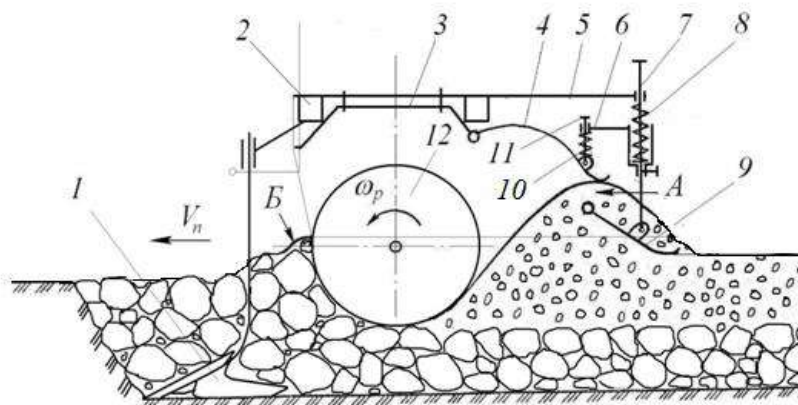


Рис. 2. Технологическая схема работы комбинированной машины, снабженной инновационным кожухом и фартук-выравнивателем

Призма волочения, образующаяся перед фартук-выравнивателем, при нормальной работе комбинированной машины находится в динамическом равновесии. При нарушении динамического равновесия объем призмы волочения интенсивно нарастает и происходит сгруживание почвы перед фартук-выравнивателем. В результате ее некоторая часть повторно подвергается воздействию ножей ротора, что нежелательно.

Анализ результатов предварительных экспериментов показал, что на процесс формирования и высоты $h_{пр}$ призмы волочения оказывают существенное влияние следующие параметры фартука-выравнивателя (рис. 3): радиус закругления $r_з$, т.е. радиус кривизны нижней закругленной части рабочей поверхности, высота и конструктивная длина $l_{кф}$, а также удельная нагрузка $P_{уд}^{\phi}$ фартука-выравнивателя на почву.

Следует отметить, что из-за шарнирного крепления фартук-выравниватель имеет возможность отклонения от первоначального положения в ту или иную сторону под воздействием обрабатываемой почвы. Рациональные значения этих отклонений должны быть определены из условия зацебления крупных комков и исключения сгруживания почвы. Это условие достигается в том случае, когда при максимальном сжатии почвы перед нижней загнутой частью фартука-выравнивателя почвенные комки не сгружаются, а объем призмы волочения будет минимальным.

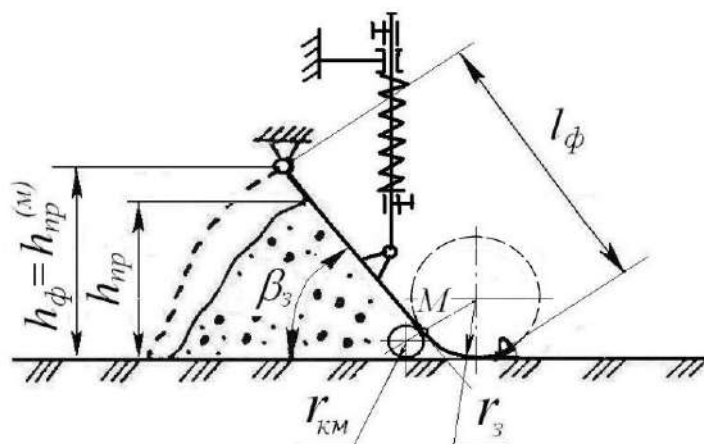


Рис. 3. Расчетная схема определения радиуса r_3

В процессе работы перед фартуком-выравнивателем образуется почвенный валик высотой h_{np} . Он частично вдавливается вниз и частично перемещается по ходу движения фартука-выравнивателя. Объем той части, которая вдавливается вниз, зависит, главным образом, от радиуса закругления r_3 нижней части рабочей поверхности фартука-выравнивателя, рациональное значение которого определяется из условия обеспечения во время защемления комков скольжения частиц почвы вниз, т.е. :

$$\beta_3 < \varphi_c + \varphi_n, \quad (1)$$

где : β_3 – угол защемления, градус;

φ_c, φ_n – соответственно коэффициенты трения почвы о металл и почву.

Из рис. 3 видно, что в точке касания "М" ординаты фартука-выравнивателя и комка равны между собой:

$$Z_M = r_3 (1 - \cos \beta_3) = r_{km} (1 + \cos \beta_3), \quad (2)$$

где: Z_M – ордината точки (М) касания почвенного комка с фартуком-выравнивателем, м;

r_{km} – радиус комка, м.

Удовлетворение условия (1) для критического случая, соответствующего защемлению почвенного комка фартуком-выравнивателем, происходит при :

$$r_3 \geq \frac{r_{km} [1 + \cos(\varphi_c + \varphi_n)]}{1 - \cos(\varphi_c + \varphi_n)}. \quad (3)$$

Анализ уравнения (3) показывает, что для обеспечения допустимых исходными требованиями размеров почвенных комков (< 100 мм) значение радиуса r_3 должно быть не менее 101,5 мм, с запасом принят $r_3 = 130$ мм.

Рациональные значения рабочей длины l_ϕ и высоты h_ϕ фартука-выравнивателя определяют из размеров призмы волочения, находящейся в динамическом равновесии. При поступлении излишней порции почвы во время встречи ротора с бугорками либо с другими препятствиями, с целью предотвращения сгуживания почвы и повторного воздействия ротора на уже обработанную почву, излишняя часть обрабатываемого объема почвы должна быть вынесена из зоны воздействия ротора. Это может произойти только в том случае, когда излишняя часть объема призмы волочения пересыпается через верхнюю грань фартука-выравнивателя (рис. 2), т.е. при условии :

$$h_\phi = h_{np}^{(M)}, \quad (4)$$

где : $h_{np}^{(м)}$ – максимальное значение высоты призмы волочения, находящееся в динамическом равновесии, м.

Согласно рис. 3, это условие обеспечивается при :

$$l_{\phi} = \frac{h_{np}^{(м)}}{\sin \alpha_n}, \quad (5)$$

Где : α_n – максимально допустимый угол наклона фартука-выравнивателя относительно горизонта, градус.

Экспериментально установлено, что с превышением высоты призмы волочения более чем на 200 мм за счет попадания осыпающей части почвы на ротор происходит отброс почвы вперед по ходу движения машины. Следовательно, для устранения отброса почвы необходимо либо уменьшить высоту призмы волочения, либо увеличить расстояние между ротором и фартуком-выравнивателем. Однако в последнем случае увеличиваются габаритные размеры, следовательно, и масса машины, что нежелательно.

Выводы

Анализируя результаты исследования, можно отметить, что рациональным значением рабочей длины фартука-выравнивателя, обеспечивающим нормальный технологический процесс работы ротационной почвообрабатывающей машины, является 205–220 мм, а радиуса закругления r_3 должен быть не менее 101,5 мм.

References

1. V.P.Kondratyuk. Obrabotka pochvy pod posev khlopchatnika v Sredney Azii [Soil cultivation for sowing cotton in Central Asia]. Tashkent, Фан., 2010. 287 p. (in Russian)
2. Qurbantaev R. Guzaning rivozhlanishi va khosildor-ligiga tuprok zichligining tasiri [The effect of soil density on the development and yield of cotton] Cotton and grain growing. Tashkent, DITAF, 1999. No1. Pp. 14-18 . (in Uzbek)
3. Toshboltaev M. Kishlok xuzhaligiga mashinalashgan agrotexnologiyalarni keng zhoriy etishning istikbolli yunalishlari [Prospects for the widespread introduction of mechanized agro-technologies in agriculture] Bulletin of agrarian science of Uzbekistan. Tashkent, 2000. No 1. Pp. 88-92. (in Uzbek)
4. Akhmetov A.A. Tendentsiya sovershenstvovaniya konstruktsii khlopkovodcheskikh predposevnykh pochvoobrabatyvayushchikh mashin-orudiy. [The trend of improving the design of cotton-growing presowing tillage machines-tools]. "Scientific and technical information-press publishing house", Tashkent: 2017. 25 p. (in Russian)
5. Lapik V.P., Frantsuzov V.S., Adylin I.P. Issledovaniye uplotneniye pochvy [Soil compaction study], MTA // Bulletin of BSAA. 2012. No1. Pp 35-37. (in Russian)
6. V.A. Nikolaev, "Izmenenie agrofizicheskix svoystv pochvi v zavisimosti ot uplotnyayushego vozdeystviya kolesnix traktorov" [Changes in the agrophysical properties of the soil depending on the compaction effect of wheeled tractors] Moscow. Agriculture. No3. Pp.24-25. (in Russian)
7. Christa Hofmann, "Wirkung mehrjährig pflugloser Bodenbearbeitung auf die N-Dynamik im Boden und den Ertrag von Zuckerruben" Zuckerindustrie. No8. Pp. 616-622. 1996.
8. A.A. Zangiev, "Optimizatsiya energonasishennosti traktora s uchetom uplotnyayuhego vozdeystviya na pochvu [Optimization of tractor energy saturation, taking into account the compaction effect on the soil]. No2. Pp. 12-14. Moscow. 2000. (in Russian)
9. Juk A.F. "Pochvosberegayuhie agropriemi, tekhnolo-gii i kombinirovannie mashini"

- [Soil-saving agricultural practices, technologies and combined machines] Moscow: Rosinformagro-tex, 2012. 143 p. (in Russian)
10. Juk A.F., Revyakin E.Ya. "Razvitie mashin dlya mini-malnoy i nulevoy obrabotki pochvy" [Development of machines for minimum and zero tillage] Scientific and analytical review Moscow: FGNU Rosinformagortex, 2007. 156 p. (in Russian)
 11. Akhmetov A.A., Voinov S.N., Rakhimov A.Sh. "Rezultaty priemochnogo ispytaniya kombi-nirovannoy mashiny KM-3,0 dlya pred-posevnoy obrabotki pochvy" [Results of the acceptance test of the combined KM-3.0 machine for pre-sowing tillage] Materials of the Republican scientific and scientific-technical conference. April 20-21, 2017. Part 1. Fergana: OOO Express-Poligraf, 2017. Pp. 287-289. (in Russian)
 12. Axmetov A.A., Murotov L.B. "Passivnoy rabochiy organ, rabotayushiy na printsipe Baushingera" [Passive working on, working on the principle of bausinger] International scientific-practical conference "Science, education and innovations for the agro-industrial complex: state, problems and prospects." November 22-23. Tashkent, 2019. II volume. Pp. 281-284. (in Russian)
 13. I.M. Panov, "Vibor energosberegayushix sposobov obrabotki pochvi" [The choice of energy-saving methods of soil treatment] Tractors and agricultural machines. Moscow. 1990. No8. Pp. 32-35. (in Russian)
 14. A.A.Axmetov, D.A.Ibragimov, L.B.Muratov, "Povishenie intensivnosti vozdeystviya passivnogo rabocheho organa na pochvi" [Increasing the intensity of the impact of the passive working body on the soil] Prospects for the creation and effective use of resource-saving innovative technologies and technical means in agriculture. Tashkent. 2019. Pp. 97-100. (in Uzbek)
 15. A.A. Akhmetov, "Comparative researches of varios rotors of rotary preseeding soil cultivation machine" Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference. Pp. 12–15. 2015. iune 26. Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 4th International scientific conference, 2015. 97 p.
 16. M.M. Murodov, P.U. Baxtin, I.N. Nikolaeva, "Tuprok khossalarini tekshirish metodlari" [Methods of checking soil properties] Tashkent: Labor, 1986. Pp. 67-74. (in Uzbek)
 17. O.A. Starovoytova, V. I. Starovoytov, A. A. Manoxina. "Fiziko-mekhanicheskie parametri pochvy pri vyrachshivaniikartofelya na gryadakh" [Physical and mechanical parameters of the soil when growing kartofel on ridges] Agriculture Kazan. 2018. No5. Pp. 16–20. (in Russian)
 18. Kh.G. Abdulkhaev, "About field on implement for presowing cultivation of ridges" European Applied sciences. 2015. No 6. Pp.54-55.
 19. M. Axmedjanov, T. Avazdurdiev, "Uplotnenie valikov". [Sealing rollers] Agriculture 2001. No7. Pp. 7-8. (in Russian)
 20. A.A.Axmetov. "Povishenie kachestvo raboti kozhu-khov i fartukov-viravnivateley rotatsionnikh mashin. [Improving the quality of the work of the casings and aprons-levelers of rotary machines] Gorniy vestnik. Tashkent. 2015. No2 (№61). Pp.92-95. (in Russian)

Bog'lanish uchun

1. Akhmetov A.A, Doctor of Technical Sciences, Professor, "Design and Technological Center of Agricultural Machinery".
2. Muratov L.B., doctoral student, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

ENSURING THE UNIFORMITY OF MOVEMENT OF THE WORKING BODIES OF THE MACHINE FOR PROCESSING RIDGES IN THE DEPTH OF TRAVEL

A.Tukhtakuziev, K.G.Abdulkhaev

Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization

Abstract

This article presents a theoretical investigation into methods for ensuring the penetration of the working bodies of a ridge-processing machine to a specified depth and maintaining the uniformity of their movement during operation. The results indicate that achieving the target processing depth and its uniformity is primarily determined by the appropriate selection of the vertical distance from the machine's reference plane to its lower linkage points.

The novelty of this research lies in the derivation of an analytical expression that quantifies the vertical soil reaction force acting on the support wheels of the ridge-processing machine. This analysis accounts for the dimensions and parameters of the tractor's hitch mechanism and its attachment configuration.

It is established that, in order to achieve the desired depth and uniformity of operation when aggregated with row-crop tractors in the 1.4–2.0 power class—commonly used in the agricultural sector of the Republic—the vertical distance from the reference plane to the lower attachment points should not be less than 47.2 cm.

Keywords: ridge-processing machine, depth control, uniformity of movement, support wheel, pointed paw, rotary ripper, roller, soil resistance force

ПУШТАЛАРГА ИШЛОВ БЕРАДИГАН МАШИНА ИШ ОРГАНЛАРИНИНГ ИШЛОВ БЕРИШ ЧУҚУРЛИГИ БЎЙИЧА БИР ТЕКИС ЮРИШНИ ТАЪМИНЛАШ

A.Tuxtakuziev, X.F.Abdulhaev

Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти

Аннотация

Мақолада пушталарга ишлов берадиган машина иш органларининг белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиши ва шу чуқурликда бир текис юришни таъминлаш йўллари аниқлаш масаласи назарий жиҳатдан тадқиқ этилган. Олинган натижаларнинг кўрсатишича, пушталарга ишлов берадиган машинанинг иш органлари белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиши ва унинг талаб даражасида бир текис бўлиши асосан унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофани тўғри танлаш ҳисобига таъминланади. Ўтказилган тадқиқотларнинг янгилigi трактор осиш механизми ва пушталарга ишлов берадиган машина осиш қурилмасининг ўлчам ва параметрларини ҳисобга олган ҳолда унинг таянч ғилдиракларига тупроқ томонидан таъсир этадиган тик реакция кучини аниқлаш имконини берадиган аналитик ифода олинганлигидан иборат. Ҳозирги даврда республикаимиз қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида кенг қўлланилаётган 1,4-2,0 синфдаги чопиқ тракторлари билан агрегатланадиган пушталарга ишлов берадиган машинанинг иш органлари белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиши ва шу чуқурликда барқарор юриши, яъни белгиланган ишлаш чуқурлигини ўзгартирмасдан ишлаши таъминланиши учун унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа камида 47,2 см бўлиши лозимлиги аниқланган.

Таянч сўзлар: пушталарга ишлов берадиган машина, ишлов бериш чуқурлиги ва унинг бир текислиги, таянч ғилдирак, ўқёйсимон панжа, ротацион юмшаткич, планкали ғалтакмола, қаршилиқ кучи.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРЕБНЕЙ ПО ГЛУБИНЕ ХОДА

А.Тухтакузиев, Х.Г.Абдулхаев

Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье теоретически исследован вопрос выявления путей обеспечения заглубления рабочих органов машины для обработки гребней на заданную глубину и ее требуемой равномерности хода. Результаты исследований показывают, что заглубление рабочих органов машины для обработки гребней на заданную глубину и ее требуемая равномерность обеспечивается в основном за счет правильного выбора расстояния по вертикали от ее опорной плоскости до нижних присоединительных точек. Новизна проведенных исследований заключается в том, что получена аналитическая зависимость, позволяющая определить вертикальную силу реакции почвы на опорные колеса машины для обработки гребней с учетом размеров и параметров механизма навески трактора и ее навесного устройства. Установлено, что для обеспечения заглубления рабочих органов машины для обработки гребней, агрегатируемой пропашными тракторами класса 1,4-2,0, широко применяемых в настоящее время в сельскохозяйственном производстве республики, на заданную глубину и равномерности хода их на этой глубине, вертикальное расстояние от ее опорной плоскости до нижних точек присоединения должно быть не менее 47,2 см.

Ключевые слова: машина для обработки гребней, глубина обработки и ее равномерность, опорное колесо, стрелчатая лапа, ротационный рыхлитель, планчатый каток, сила сопротивления.

Кириш

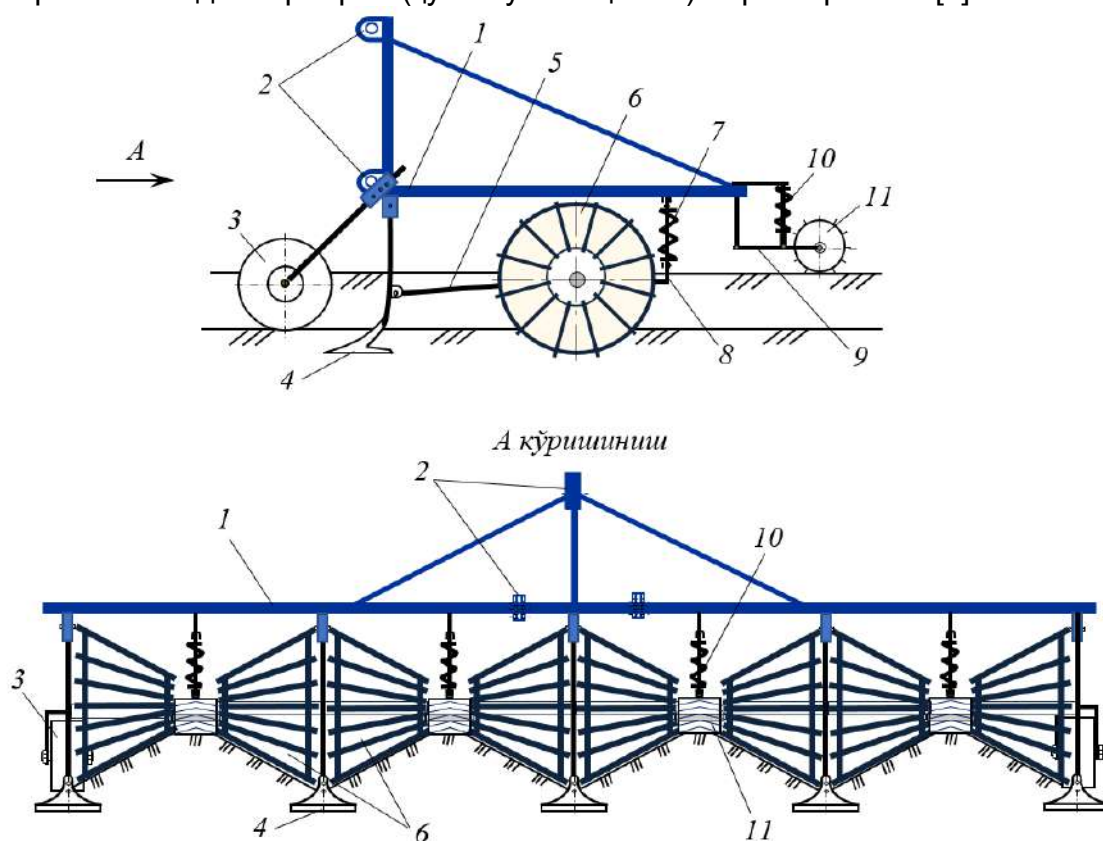
Кейинги йилларда республикамининг кўпгина вилоятларида чигит пуштага экилади, пахта етиштиришга катта аҳамият берилди ва унинг салмоғи 2021 йилда умумий пахта майдони 35,2 фоизини ташкил этмоқда. Бу усул бўйича пахта етиштирилганда ғўза илдиэлари ривожланадиган майин тупроқли зона ҳажмининг ортиши, чигитнинг турли агрегатларнинг ғилдираклари томонидан эзилмаган тупроққа экилиши, далани қуёш нури тушадиган сатҳининг ортиши ҳисобига тупроқда иссиқлик кўпроқ тўпланиши ва унинг ҳарорати текис ерга нисбатан ортиқ бўлиши туфайли экиш ишларини нисбатан эрта муддатларда бошлаш, чигитни қийғос ундириб олиш, ниҳолларни яхши ривожланиб, пахтадан юқори ҳосил олиш имконини беради [1].

Маълумки, чигитни пуштага экиш усули қўлланилганда кузда далалар ўғитланади ва шудгорланади, сўнг шудгор юзасига чизел-культиватор, тирма ва молалар билан ишлов берилиб, кейин пушта олинади. Баҳорда пуштага юза ишлов берилиб, устига чигит экилади [2].

Ҳозирги пайтда хўжаликларда пушталарга чигит экишдан олдин ишлов бериш чопиқ тракторларига ўрнатилган осма тишли тирмалар ёрдамида амалга ошириб келинмоқда. Аммо улар пушталарга уларнинг профили бўйича тўлиқ ишлов бера олмайди. Бунинг оқибатида, пушталарнинг ёнбағирлари ва эгатларида тупроқдаги намни сақланишини таъминлайдиган майин қатлам ҳосил бўлмайди ва униб чиқаётган бегона ўтлар тўлиқ йўқотилмайди. Бу эса пушталарни бегона ўтлар босиб кетиши ҳамда тупроқдаги намни йўқотилишига олиб келмоқда. Бундан ташқари

тишли тирмаларни қўллаш пушта профилини қисман бузилиши, айниқса баландлигини сезиларли даражада камайишига сабаб бўлмоқда. Натижада чигитни бир текис униб чиқиши, ғўзани ривожланиши ва ҳосилдорлигига путур етказилмоқда [3].

Юқоридаги камчиликларни бартараф этиш мақсадида, пушталарга тўлиқ ва уларни бузмасдан ишлов берилишини таъминлайдиган машина ишлаб чиқилди [4]. Машина рама, унга ўрнатилган ўқёйсимон панжалар, ротацион юмшаткичлар [5] ҳамда планкали ғалтакмолалардан ташкил топган (1-расм). Рамага ўқёйсимон панжалар маҳкам (қўзғалмас), ротацион юмшаткич ва планкали ғалтакмолалар тортқилар воситасида шарнирли (қўзғалувчан қилиб) бириктирилган [6].



1-рама; 2-осиш қурилмаси; 3-таянч ғилдирак; 4-ўқёйсимон панжа; 5, 9-тортқи; 6-ротацион юмшаткич; 7, 10-пружина; 8-йўналтиргич; 11-планкали ғалтакмола
1-расм. Пушталарга ишлов берадиган машинанинг конструктив схемаси

Иш жараёнида ўқёйсимон панжалар томонидан пушталар эгатлари, ротацион юмшаткичлар томонидан уларнинг ёнбағирлари, планкали ғалтакмолалари томонидан эса пушталар тепасига ишлов берилиши натижасида уларнинг тепаси, ёнбағирлари ва эгатларидаги униб чиққан бегона ўтлар тўла йўқотилиб, пушталарнинг бутун профили бўйича тупроқдаги намни сақловчи майин тупроқ қатлами ҳосил қилинади [7].

Кўриб чиқилаётган муаммонинг ҳозирги ҳолати. Барча тупроққа ишлов бериш машиналари каби пушталарга ишлов берадиган машинанинг иш органлари учун ҳам ишлов бериш чуқурлиги ва уни бир текис бўлиши унинг асосий иш кўрсаткичларидан ҳисобланади [8]. Чунки белгиланган ишлов бериш чуқурлиги ва унинг талаб даражасида бир текис бўлиши таъминлансагина уруғларни бир текис чуқурликка экилиши, униб чиқиши, ўсимликларнинг яхши ривожланиши ва эрта пишиб етилиши ҳамда юқори ҳосил олинишига эришилинади [9].

Ерларга экиш олдидан ишлов бериш машиналари ва қурилмалари, уларнинг иш органларининг ишлов бериш чуқурлиги бўйича бир текис юриш масаларини ўрганиш бўйича тадқиқотлар Р.И.Байметов [10], А.Тўхтақўзиев [11], А.А.Ахметов [12], Д.А.Абдуваҳобов [13], Х.Ғ.Абдулхаев [14] каби олимлар томонидан

бажарилган. Уларда асосан машина ва қурилмалар, уларнинг иш органлари текис майдон ерларига асосий ва экишдан олдин ишлов беришда тадқиқ этилган. Натижада ерларни экишга тайёрлашда қўлланиладиган машина ва қурилмаларнинг осиш механизмлари такомиллаштирилган ҳамда янги илмий-техник ечимлари ишлаб чиқилган.

Адабиётлар таҳлили ва ривожланган давлатларда бажарилган тадқиқотларда [15], тупроққа минимал энергия сарфлаб талаб даражасида сифатли ишлов берилиши учун машина-трактор агрегатларини тўғри танлаш, уларнинг таянч текисликка нисбатан горизонтал ҳолатини таъминлаши кўрсатиб ўтилган. Аммо бунда тупроқнинг физик-механик хоссалари ва трактор ва қишлоқ хўжалиги машинасининг осиш механизмлари параметрлари кўп жиҳатдан асосий факторлар сифатида қайд этилмаган. Агарда трактор билан машиналар ва қурилмаларни тўғри агрегатланиши таъминланса [16], улар белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиши ва шу чуқурликда барқарор ҳаракатланишига эришиш мумкин. Бунинг учун махсус тадқиқотлар ўтказиш талаб этилади.

Масаланинг қўйилиши. Пушталарга ишлов берадиган машина белгиланган ишлов бериш чуқурлиги ва унинг талаб даражасида бир текис бўлишини таъминлаш учун машина иш органлари белгиланган чуқурликка ботиши ва шу чуқурликда барқарор, яъни ишлов бериш чуқурлигини ўзгартирмасдан ҳаракатланиши лозим [17]. Аммо бу масала илгари бажарилган тадқиқотларда етарли даражада тадқиқ этилмаган. Ушбу таъкидланганлардан келиб чиққан ҳолда пушталарга ишлов берадиган машина иш органларининг белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиб ишлаши ва шу чуқурликда барқарор ҳаракатланишини таъминлаш бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Мазкур мақолада ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари ёритилган.

Ечиш усули (услуглари)

Ўз-ўзидан равшанки, пушталарга ишлов берадиган машинанинг иш органлари белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиб ишлаши ва шу чуқурликда бир текис юриши учун $N_z > 0$ (бунда N_z – тупроқ томонидан машинанинг таянч ғилдиракларига таъсир этувчи тик реакция кучи) бўлиши лозим, чунки фақат шундагина унинг таянч ғилдираклари доимий равишда дала юзасига босиб турилади ва бунинг натижасида иш органлари белгиланган чуқурликка ботиб ва ишлов бериш чуқурлигини ўзгартирмасдан ишлайди [18]. Акс ҳолда, яъни $N_z < 0$ бўлганда таянч ғилдираклар дала юзасига тегмасдан юради ва бунинг натижасида иш органлари белгилангандан кам чуқурликка ботиб ишлайди. Бундан ташқари бу ҳолда тупроқ физик-механик хоссалари, агрегат ҳаракат тезлиги ва бошқа ташқи омилларнинг ўзгариши иш органларининг тупроққа ботиш чуқурлигини ўзгаришига олиб келади ва натижада ишлов бериш чуқурлигининг бир текис бўлиши таъминланмайди.

Юқорида таъкидланганлар асосида назарий ва деҳқончилик механикасининг усуллари қўлланилиб $N_z > 0$ шарт қандай омиллар ҳисобига таъминланишини тадқиқ этилади [19].

Натижалар таҳлили ва мисоллар

Қўйилган масалани ечиш учун биринчи навбатда машинанинг иш жараёнида унинг иш органларига таъсир этадиган кучлари кўриб чиқилади. Иш жараёнида уларга қуйидаги кучлар таъсир этади (2-расм): mg – машина рамаси ва унга маҳкам ўрнатилган ишчи қисмларнинг биргаликдаги оғирлик кучи, N ; P – машинага трактор томони-дан қўйилган тортиш кучи, N ; N_x , N_z – машинанинг ғилдиракларига тупроқ томонидан таъсир этаётган реакция кучларининг горизонтал ва тик ташкил этувчилари, N ; R_x , R_z – машинанинг ўқёйсимон панжасига таъсир этаётган қаршилик кучларининг горизонтал ва тик ташкил этувчилари, N ; $m_p g$ – ротацион юмшаткичнинг оғирлик кучи, N ; m_g – планкали ғалтакмоланинг оғирлик кучи, N ; Q_{x1} , Q_{x2} – машинанинг ротацион юмшаткичи ва планкали ғалтакмоласига таъсир этаётган реакция кучларининг горизонтал ташкил этувчилари, N ; Q_{z1} , Q_{z2} – машинанинг ротацион юмшаткичига ва планкали ғалтакмоласига таъсир этаётган реакция

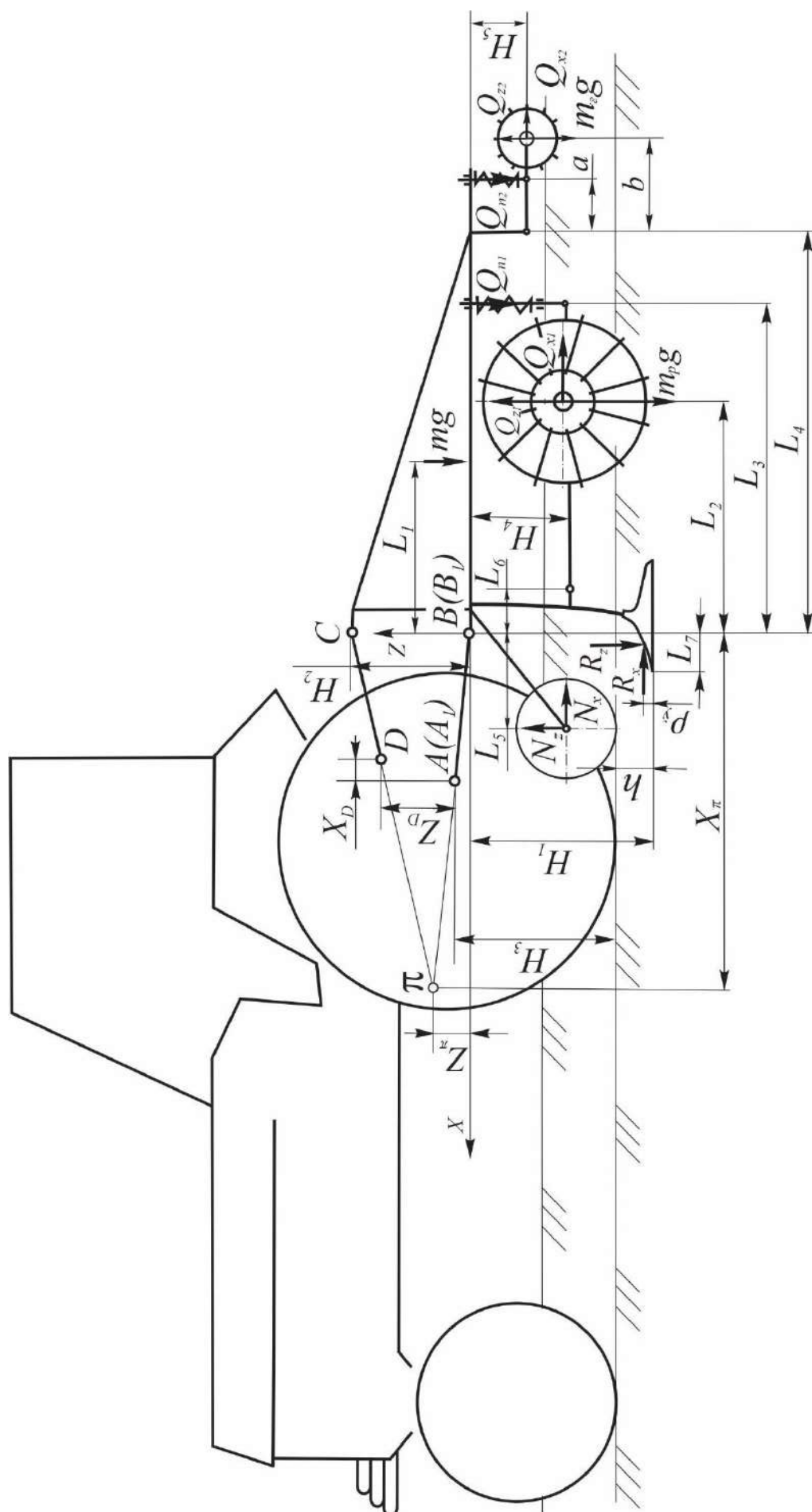
кучларининг тик ташкил этувчилари, N ; Q_{n1}, Q_{n2} – ротацион юмшаткич ва планкали ғалтакмола пружиналарининг босим кучлари, N ; m – машина рамаси ва унга маҳкам ўрнатилган ишчи қисмларнинг массаси, kg ; m_p, m_f – мос равишда машина ротацион юмшаткичи ва планкали ғалтакмоласининг массаси, kg ; g – эркин тушиш тезланиши, m/s^2 .

2-расмда келтирилган схемадан фойдаланиб N_z аниқланади. Бунинг учун ротацион юмшаткич ва планкали ғалтакмолага таъсир этаётган кучларни E ва K шарнирлар ҳамда M ва N нуқталарга келтирилади (3-расм) ва машинага таъсир этувчи барча кучларни унинг бўйлама-тик текисликдаги оний айланиш маркази π га нисбатан мувозанат тенгламасини тузилади:

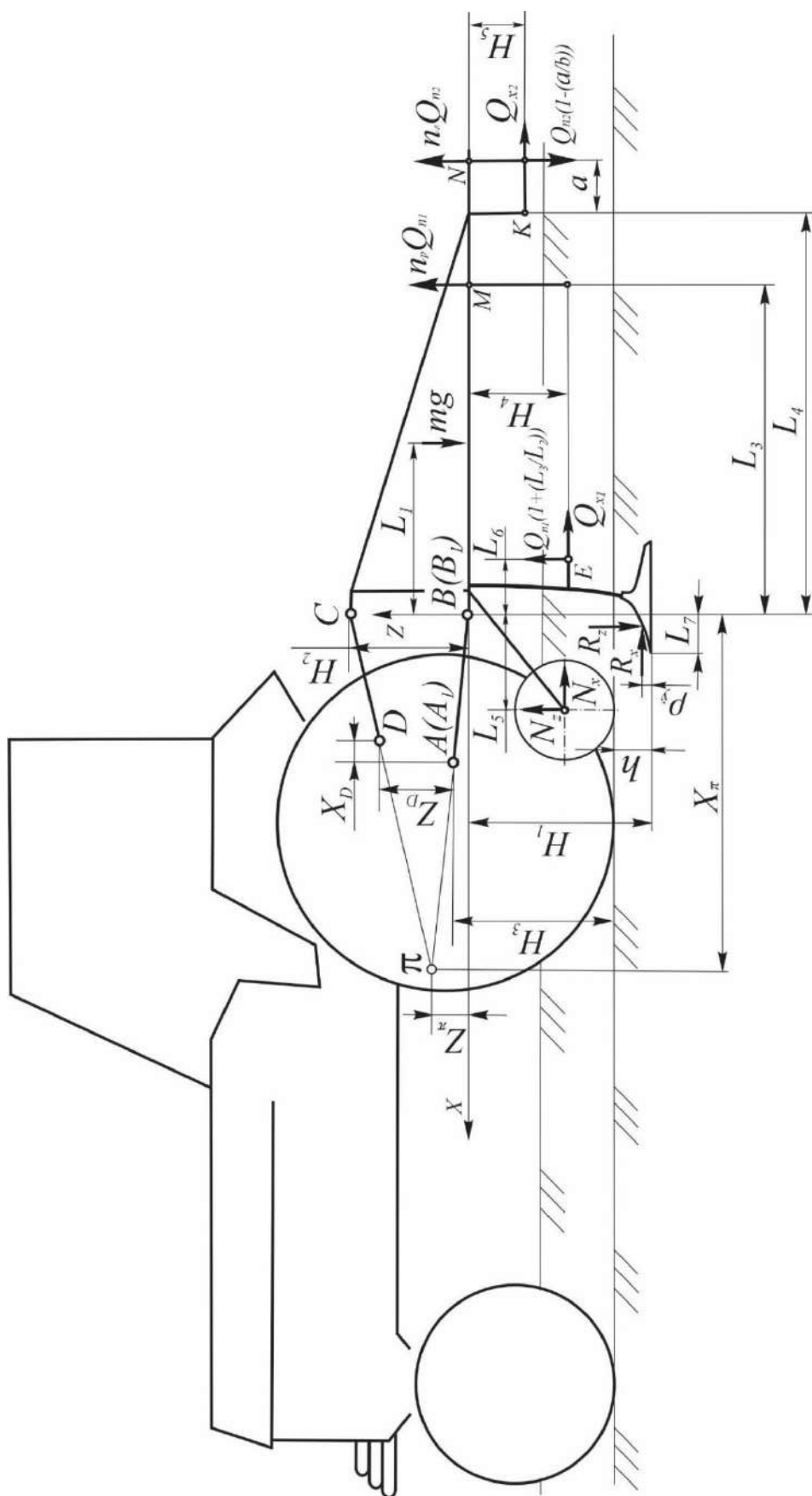
$$\begin{aligned} \Sigma M_{\pi} = & mg(X_{\pi} + L_1) - n_p Q_{n1} \left[\left(\frac{L_3}{L_2} - 1 \right) (L_6 + X_{\pi}) + (L_3 + X_{\pi}) \right] - \\ & - n_z Q_{n2} \left[L_4 + a + X_{\pi} - \left(1 - \frac{a}{b} \right) (L_4 + X_{\pi}) \right] - n_p Q_{x1} (H_4 + Z_{\pi}) - \\ & - n_z Q_{x2} (H_5 + Z_{\pi}) - n_y R_x (H_1 - \rho_y + Z_{\pi}) + n_y R_z (X_{\pi} - L_7 + \rho_y \operatorname{ctg} \alpha_y) - \\ & - N_x (H_1 - h - 0,5d_T + Z_{\pi}) - N_z (X_{\pi} - L_5) = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

бунда: X_{π} – машинанинг пастки осиш нуқталари $B(B_1)$ дан унинг оний айланиш марказигача бўлган бўйлама масофа, m ; Z_{π} – машинанинг пастки осиш нуқталари $B(B_1)$ дан унинг оний айланиш марказигача бўлган тик масофа, m ; L_1 – машинанинг пастки осиш нуқталари $B(B_1)$ дан унинг оғирлик марказигача бўлган бўйлама масофа, m ; n_p, n_f – машинага ўрнатилган ротацион юмшаткичлар ва планкали ғалтакмолалар сони, допа ; L_2 – машинанинг пастки осиш нуқталаридан ротацион юмшаткичнинг айланиш ўқиғача бўлган бўйлама масофа, m ; L_3 – машинанинг пастки осиш нуқталаридан ротацион юмшаткич пружинасининг босим кучи қўйилган нуқталаргача бўлган бўйлама масофа, m ; L_4 – машинанинг пастки осиш нуқталаридан планкали ғалтакмолалар уланган шарнирларгача бўлган бўйлама масофа, m ; a – планкали ғалтакмолалар уланган шарнирлардан пружиналарнинг босим кучлари таъсир этаётган нуқталаргача бўлган бўйлама масофа, m ; b – планкали ғалтакмолалар уланган шарнирлардан уларнинг айланиш марказигача бўлган бўйлама масофа, m ; L_5 – машина таянч ғилдиракларининг айланиш ўқларидан унинг пастки осиш нуқталаригача бўлган бўйлама масофа, m ; H_1 – машинанинг таянч текислигидан, яъни ўқёйсимон панжаларининг тумшуғидан унинг пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа, m ; H_3 – тракторнинг таянч текислигидан у осиш механизми пастки қўзғалмас шарнирлари $A(A_1)$ гача бўлган тик масофа, m ; H_5 – машинанинг пастки осиш нуқталаридан планкали ғалтакмоланинг айланиш марказигача бўлган тик масофа, m ; h – машина ўқёйсимон панжасининг ишлов бериш чуқурлиги, m ; L_6 – машинанинг пастки осиш нуқталаридан ротацион юмшаткич уланган E шарниргача бўлган бўйлама масофа, m ; L_7 – машина ўқёйсимон панжасининг тумшуғидан унинг пастки осиш нуқтасигача бўлган бўйлама масофа, m ; ρ_y – ўқёйсимон панжанинг тумшуғидан R_x кучигача бўлган тик масофа, m ; d_T – таянч ғилдиракларнинг диаметри, m .

$N_x = \mu N_z$ (бунда: μ – машина таянч ғилдирагининг думалаш коэффиценти [20]) эканлигини ҳисобга олган ҳолда (1) дан N_z аниқланди:



2-расм. Пунталаарга ишлов бeрaлигaн мaшинaгa тaъcиp этyвчи кyчлaп



3-расм. N_z ни аниқлашга доир схема

$$N_z = \left\{ mg(X_\pi + L_1) - n_p Q_{n1} \left[\left(\frac{L_3}{L_2} - 1 \right) (L_6 + X_\pi) + (L_3 + X_\pi) \right] - \right. \\ \left. - n_z Q_{n2} \left[L_4 + a + X_\pi - \left(1 - \frac{a}{b} \right) (L_4 + X_\pi) \right] - n_p Q_{x1} (H_4 + Z_\pi) - \right. \\ \left. - n_z Q_{x2} (H_5 + Z_\pi) - n_{\dot{y}} R_x (H_1 - \rho_{\dot{y}} + Z_\pi) + n_{\dot{y}} R_z (X_\pi - L_7 + \rho_{\dot{y}} \operatorname{ctg} \alpha_{\dot{y}}) \right\} : \\ : [\mu(H_1 - h - 0,5d_T + Z_\pi) + (X_\pi - L_5)]. \quad (2)$$

Бу ифодани қуйидаги кўринишга келтиради:

$$N_z = \left\{ mgL_1 - n_p \left[Q_{n1} \left(\left(\frac{L_3}{L_2} - 1 \right) L_6 + L_3 \right) + Q_{x1} H_4 \right] - \right. \\ \left. - n_z \left[Q_{n2} \left(L_4 \frac{a}{b} + a \right) - Q_{x2} H_5 \right] - n_{\dot{y}} \left[R_x (H_1 - \rho_{\dot{y}}) + R_z (L_7 - \rho_{\dot{y}} \operatorname{ctg} \alpha_{\dot{y}}) \right] + \right. \\ \left. + \left[mg - n_p Q_{n1} \frac{L_3}{L_2} - n_z Q_{n2} \frac{a}{b} + n_{\dot{y}} R_z \right] X_\pi - (n_p Q_{x1} + n_z Q_{x2} + n_{\dot{y}} R_x) Z_\pi \right\} : \\ : [\mu(H_1 - h - 0,5d_T + Z_\pi) + (X_\pi - L_5)]. \quad (3)$$

Ушбу ифодадаги X_π ва Z_π масофаларни трактор осиш механизми ва машина осиш қурилмасининг ўлчам ва параметрлари орқали ифодаланади [21]

$$X_\pi = \frac{H_2 \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} \left[\sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - X_D \right]}{(H_2 - Z_D) \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - (H_3 + h - H_1) X_D} \quad (4)$$

ва

$$Z_\pi = \frac{H_2 (H_3 + h - H_1) \left[\sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - X_D \right]}{(H_2 - Z_D) \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - (H_3 + h - H_1) X_D}, \quad (5)$$

бунда: H_2 – машинанинг пастки ва юқори осиш нуқталари орасидаги масофа, м; X_D , Z_D – трактор осиш механизми пастки ва марказий тортиқларининг қўзғалмас $A(A_1)$ ва D шарнирлари орасидаги бўйлама ва тик масофалар, м; L_6 – трактор осиш механизми пастки тортиқларининг узунлиги, м.

(4) ва (5) ларни ҳисобга олган ҳолда (3) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади:

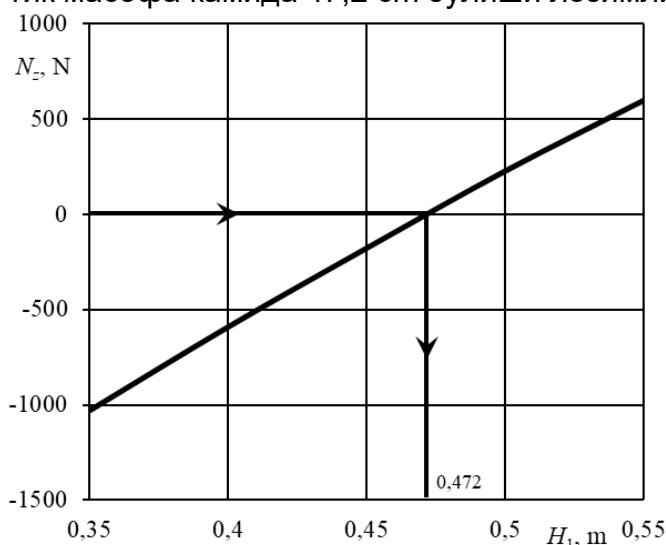
$$N_z = \left\{ mgL_1 - n_p \left[Q_{n1} \left(\left(\frac{L_3}{L_2} - 1 \right) L_6 + L_3 \right) + Q_{x1} H_4 \right] - \right. \\ \left. - n_z \left[Q_{n2} \left(L_4 \frac{a}{b} + a \right) - Q_{x2} H_5 \right] - n_{\dot{y}} \left[R_x (H_1 - \rho_{\dot{y}}) + R_z (L_7 - \rho_{\dot{y}} \operatorname{ctg} \alpha_{\dot{y}}) \right] + \right. \\ \left. + \left[mg - n_p Q_{n1} \frac{L_3}{L_2} - n_z Q_{n2} \frac{a}{b} + n_{\dot{y}} R_z \right] X_\pi - (n_p Q_{x1} + n_z Q_{x2} + n_{\dot{y}} R_x) Z_\pi \right\} : \\ : [\mu(H_1 - h - 0,5d_T + Z_\pi) + (X_\pi - L_5)].$$

$$\begin{aligned}
& + \left[mg - n_p Q_{n1} \frac{L_3}{L_2} - n_z Q_{n2} \frac{a}{b} + n_{\dot{y}} R_z \right] \times \\
& \times \frac{H_2 \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} \left[\sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - X_D \right]}{(H_2 - Z_D) \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - (H_3 + h - H_1) X_D} - \\
& - (n_p Q_{x1} + n_z Q_{x2} + n_{\dot{y}} R_x) \times \\
& \times \frac{H_2 (H_3 + h - H_1) \left[\sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - X_D \right]}{(H_2 - Z_D) \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - (H_3 + h - H_1) X_D} \left\{ : \right. \\
& : \left[\mu \left(H_1 - h - 0,5d_T + \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{H_2 (H_3 + h - H_1) \left[\sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - X_D \right]}{(H_2 - Z_D) \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - (H_3 + h - H_1) X_D} \right) + \right. \\
& \left. \left. + \frac{H_2 \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} \left[\sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - X_D \right]}{(H_2 - Z_D) \sqrt{L_6^2 - (H_3 + h - H_1)^2} - (H_3 + h - H_1) X_D} - L_5 \right] \right\}. \quad (6)
\end{aligned}$$

Ушбу ифодадан кўриниб турибдики, машина таянч ғилдиракларига тупроқ томонидан таъсир этувчи тик реакция кучи N_z уларнинг жойлашган ўрни (L_5), диаметри (d_T), машинанинг оғирлик кучи (mg), у қўйилган нуқта (L_1), машинанинг иш органларига таъсир этувчи кучлар (R_x , R_z , Q_{n1} , Q_{n2} , Q_{x1} , Q_{x2}), уларнинг йўналишлари ва қўйилган нуқталари, машинанинг параметрлари (L_2 , L_3 , L_4 , L_6 , L_7), у осиш қурилмасининг ва трактор осиш механизмининг ўлчам ва параметрлари (H_1 , H_2 , H_3 , L_6 , X_D , Z_D) ҳамда ишлов бериш чуқурлиги (h) га боғлиқ равишда ўзгаради. Аммо трактор осиш механизмининг ўлчам ва параметрлари ҳамда машина осиш қурилмасининг пастки ва юқориги осиш нуқталари орасидаги тик масофа (H_2) стандартлашганлиги [22] ва трактор бўйича маълумлиги, машинанинг параметрлари ва оғирлиги асосан у белгиланган технологик жараёни ишончли ва сифатли бажариши, кам энергия ва материалҳажмдорликка эга бўлиши шартларидан келиб чиққан ҳолда қабул қилинишини ҳисобга олинса, юқорида келтирилган $N_z > 0$ шарт ва демак, машина иш органларининг белгиланган чуқурликка ботиб ишлаши ва шу чуқурликда бир текис юриши асосан унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа H_1 ни ўзгартириш ҳисобига таъминланади.

H_1 нинг $N_z > 0$ шарт бажарилишини таъминловчи қийматларини аниқлаш учун $m = 545 \text{ kg}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, $L_1 = 0,7 \text{ m}$, $n_p = 5 \text{ dona}$, $Q_{n1} = 330 \text{ N}$, $L_3 = 0,93 \text{ m}$,

$L_2 = 0,75$ m, $L_6 = 0,18$ m, $Q_{x1} = 526,2$ N, $H_4 = 0,47$ m, $n_f = 4$ dona, $Q_{n2} = 210$ N, $L_4 = 1,35$ m, $a = 0,3$ m, $b = 0,46$ m, $Q_{x2} = 228,5$ N, $H_4 = 0,165$ m, $n_{\bar{y}} = 5$ dona, $R_x = 336$ N, $\rho_{\bar{y}} = 0,04$ m, $R_z = -141,12$ N, $L_7 = 0,7$ m, $\alpha_{\bar{y}} = 25^\circ$, $\mu = 0,2$, $h = 0,08$ m, $d_7 = 0,52$ m, $L_5 = 0,43$ m ҳамда 1,4-2,0 синфдаги чопиқ тракторлари учун $H_2 = 0,61$ m, $H_3 = 0,6$ m, $L_6 = 0,792$ m, $X_D = 0,204$ m, $Z_D = 0,406$ m қабул қилиниб, 4-расмда $N_z = f(H_1)$ график боғланиш қурилди. Ундан $N_z > 0$ шарт бажарилиши учун ва демак 1,4-2,0 синфдаги чопиқ тракторлари билан агрегатланадиган пушталарга ишлов берадиган машинанинг иш органлари белгиланган чуқурликка ботиб ишлаши ва шу чуқурликда барқарор юриши учун унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа камида 47,2 см бўлиши лозимлиги келиб чиқади.



4-расм. N_z ни H_1 га боғлиқ равишда ўзгариш графиги

Хулоса

Ўтказилган тадқиқотларнинг кўрсатишича, пушталарга ишлов берадиган машина иш органларининг белгиланган ишлов бериш чуқурлигига ботиши ва унинг талаб даражасида бир текис бўлиши асосан унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофани ўзгартириш ҳисобига таъминланади. 1,4-2,0 синфдаги чопиқ тракторлари билан агрегатланадиган пушталарга ишлов берадиган машинанинг иш органлари белгиланган чуқурликка ботиши ва шу чуқурликда барқарор юриши учун унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа камида 47,2 см бўлиши лозим.

Reference

1. Hlochatnik (intensivnaya tehnologiya) Prakticheskoe rukovodstvo. [Cotton (intensive technology): Practical guide.]. Moscow. Agropromizdat, 1988. 64 p. (in Russian)
2. Tipovye tehnologicheskie karti po uходу za selskohozyaistvennimi kulturami i viraschivaniyu produkii na 2016-2020 godi (chast' 1) [Standard technological maps for the care of agricultural crops and the cultivation of products for 2016-2020 (part I)]. Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan. Tashkent, SRIAM, 2016. 136 p. (in Russian)
3. Abdulkhaev Kh.G. Pushtalarga ishlov beruvchi qurilma parametrlarini asoslash [Substantiation of the parameters of the tool for processing ridges. Autoref. dis. ... PhD in t.s.] Tashkent. TIAME, 2018. - 40 p. (in Uzbek)
4. Patent of RUz for utility model No. FAP 00753. Ustroistvo dlya obrabotki grebnei i borozd mejd u nimi [Device for processing ridges and furrows between them.]. Tukhtakuziev A., Abdulkhaev Kh.G. Official bulletin. Tashkent, 2012. No.9. (in Russian)
5. Patent of RUz for utility model No. FAP 00888. Rotatsionnii rihlitel [Rotary

- ripper.]. Tukhtakuziev A., Abdulkhaev Kh.G. Official bulletin. Tashkent, 2012. No.9. (in Russian)
6. Patent of RUz for utility model No. FAP 01071. Ustroistvo dlya obrabotki grebnei i borozd mejdu nimi [Device for processing ridges and furrows between them.]. Tukhtakuziev A., Abdulkhaev Kh.G. Official bulletin. Tashkent, 2016. No.3. (in Russian)
 7. Patent of the RUz for invention No. IAP 05829. Ustroistvo dlya obrabotki grebnei i borozd mejdu nimi [Device for processing ridges and furrows between them.]. Tukhtakuziev A., Abdulkhaev Kh.G. Official bulletin. Tashkent, 2019. No.5.(in Russian)
 8. Klenin N.I., Egorov V.G. Selskohozyaistvennie i meliorativnie mashini [Agricultural and reclamation machines.]. Moscow. Kolos. 2005. 464 p. (in Russian)
 9. Sokolov F.A. Agronomicheskie osnovi kompleksnoi mehanizacii hlopkovodstva [Agronomic foundations of complex mechanization of cotton growing.]. Tashkent. Fan, 1977. 224 p. (in Russian)
 10. Baymetov R.I., Tukhtakuziev A., Akhmetov A.A. Obosnovanie tipa i parametrov mehanizma naveski universalnogo dposevnogo orudiya [Substantiation of the type and parameters of the suspension mechanism of a universal sowing tool.]. Research on the optimization of mechanized processes in cotton growing. Sat.tr. SAIME. Tashkent, 1989. Issue 31. Pp.31-37. (in Russian)
 11. Tukhtakuziev A., Abdulkhaev Kh. Issledovanie ravnomernosti glubini hoda rihlatelya dlya predposevnoi obrabotki grebnei [Investigation of the uniformity of the depth of the ripper stroke for pre-sowing treatment of ridges. Mechanization and electrification of agriculture]. Moscow, 2013. No.6. Pp. 4-6. (in Russian)
 12. Akhmetov A.A. Issledovanie shemi mehanizma naveski universalnogo predposevnogo orudiya OPU-4 [Investigation of the scheme of the mechanism of the attachment of the universal presowing tool OPU-4] Mechanization of cotton growing. 1988. No. 6. Pp. 4-6. (in Russian)
 13. Abduvahobov D.A. Dala relefiga moslanuvchan tishli borona ishlab chiqish va parametrlarini asoslash [Substantiation of the parameters of the tool for processing ridges. Autoref. dis. ... PhD in t.s.] Tashkent. TIAME, 2018. - 40 p. (in Uzbek)
 14. Abdulkhaev Kh.G. Ustojchivost' hoda vyravnivatelya-ryhlatelya po glubine obrabotki [Stability of the course of the leveler-ripper in the depth of processing]. Technical support of agriculture. Moscow, 2020, No.1. Pp. 13-17. (in Russian)
 15. Yeon-Soo Kim, Wan-Soo Kim, Seung-Yun Baek, Seung-Min Baek, Young-Joo Kim, Sang-Dae Lee and Yong-Joo Kim. Analysis of Tillage Depth and Gear Selection for Mechanical Load and Fuel Efficiency of an Agricultural Tractor Using an Agricultural Field Measuring System. Sensors 2020, 20, 2450; <http://doi:10.3390/s20092450>
 16. Abdulkhaev H. G., Khalilov M. M. Obosnovanie parametrov nojei viravnivatelya_rihlatelya [Justification of the parameters of leveler-ripper knives.]. Agricultural machines and technologies. Moscow. 2019. Vol. 13. No.3. Pp. 44-47. (in Russian)
 17. Padalcin K. D. Snijenie energozatrat i povishenie kachestvennih pokazatelei poverhnostnoi obrabotki pochvi kombinirovaniem rabochih organov kultivatora [Reduction of energy consumption and improvement of quality indicators of surface tillage by combining the working organs of the cultivator: Dis. ... candidate of technical sciences.]. Stavropol, 2015. 127 p. (in Russian)
 18. Blednykh V.V. Ustroistvo, raschet i proektirovanie pochvoobrabativayuschih

- orudii [Device, calculation and design of tillage tools.]. Chelyabinsk, 2010. 203 p. (in Russian)
19. Gyachev L.V. Vliyanie mehanicheskikh parametrov pochvoobrabativayuschiy mashin na ustoichivost hoda ih rabochnykh organov [Influence of mechanical parameters of tillage machines on the stability of the course of their working bodies. Technique in agriculture.]. Moscow, 1988. No.3. Pp.28-30. (in Russian)
 20. Sineokov G.N., Panov I.M. Teoriya i raschet pochvoobrabativayuschiy mashin [Theory and calculation of tillage machines.]. Moscow. Mashinostroyeniye, 1977. 328 p. (in Russian)
 21. Tukhtakuziev A., Mansurov M., Rasulzhonov A. Karimova D. Tuprokka ishlav berish mashinalarining ishlash chukurligi barkarorligini ta'minlashning ilmiy asoslari [Scientific bases of ensuring uniformity of the depth of tillage of tillage machines.]. Tashkent, TURON-IQBOL, 2020. 168 p. (in Uzbek)
 22. GOST 10677-2001. Ustroystvo navesnoye zadneye selskoxozyaystvennykh traktorov klassov 0.6-8. Tipy, osnovnyye parametry i razmery [Mounted rear device of agricultural tractors of classes 0.6-8. Types, basic parameters and dimensions.]. Minsk, 2001. 10 p. (in Russian)

Bog'lanish uchun

1. Tukhtakuziev Abdusalim - Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization Tashkent region, Yangiyul district, Gulbakhor-1, Samarqand str., 19/22. Phone: +998977190518, Fax: +998706010704
2. Abdulkhaev Khurshed Gafurovich – PhD, doctorate Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization Tashkent region, Yangiyul, Gafur Gulyam str., 2/23. Phone: +998977660878, Fax: +998706010704

INFLUENCE OF ELECTROPHYSICAL METHODS ON THE PROCESSES OF ROOT FORMATION OF GRAPES

N.M.Markayev

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

Abstract

This article investigates the potential of electrophysical treatment methods applied before planting to enhance root formation in grapevine cuttings during vegetative propagation. The study specifically examines the impact of applying an electric field strength of 71 V/m for varying durations (4, 8, 12, 15, and 24 hours) on the rooting process of black raisin grape cuttings.

The experimental results demonstrate that electrical stimulation significantly accelerates root development and improves the viability, growth, quality, and survival rate of rooted seedlings. Notably, the highest consistency and survival rate—100% rooting success—was achieved with a 15-hour treatment duration, compared to 66.66% in the control group. Treatments of 12 and 24 hours yielded 83.33% success, while 4–8 hour treatments achieved 66.66%.

The article presents a detailed analysis of the electrical parameters influencing root formation, including circuit design, resistance, voltage, and electromagnetic field effects, highlighting the promising role of electrostimulation in improving grape propagation outcomes.

Key words: electrical circuit, resistance, grapes, cuttings, vegetative propagation, electric field strength, electrostimulation, voltage, electromagnetic field energy.

ЭЛЕКТРОФИЗИК УСУЛЛАРНИНГ УЗУМ ҚАЛАМЧАЛАРИДА ИЛДИЗ ҲОСИЛ БЎЛИШ ЖАРАЁНЛАРГА ТАЪСИРИ

Н.М.Маркаев

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизацияш муҳандислари институти

Аннотация

Мақолада узум кўчатларини вегетатив йўл билан етиштиришда қаламчаларни экишдан олдин электрофизик ишлов беришнинг имкониятлари ёритилган. Мақолада электрофизик усул қўлланганда қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш жараёнлари электр майдон кучланганлигининг 71 В/м ва 15 соат давомида ишлов берилган қора кишмиш навли узум қаламчаларида илдиз ҳосил бўлиш жараёнини тезлашиши ва илдиз отган кўчатларнинг яшовчанлиги, сифати, ўсиши ва тутувчанлигини 16,67-34% гача оширишга қаратилган тажриба натижалари ва узум қаламчаларига электротехнологик ишлов бериш усуллари келтирилган. Тадқиқот натижаларида электр майдон кучланганлиги 71 В/м, ишлов бериш вақтлари эса 4,8,12,15 ва 24 соатга тенг бўлганда қора кишмиш навли узум қаламчаларида илдиз ҳосил бўлиш жараёнларини таҳлили ва натижалари келтирилган. Электр ишлов бериш вақти (электр майдон кучланганлиги 71 В/м) 4 ва 8 соатни ташкил этганда узум қаламчаларининг тутувчанлиги 66,66% га, 12 ва 24 соатда 83,33% га, 15 соатда 100% га тенг бўлганлиги назорат (66,66%) вариантыга нисбатан ўрганилган ва натижалари мақолада ёритилган.

Калит сўзлар: электр схема, қаршилиқ, узум, қаламча, вегетатив кўпайиш, электр майдони кучланганлиги, электростимуляция, кучланиш, электромагнит майдон энергияси.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ПРОЦЕССЫ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ ВИНОГРАДА

Н.М.Маркаев

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства

Аннотация

В статье описаны возможности электрофизической обработки перед посадкой черенков при вегетативном выращивании саженцев винограда. Процессы корнеобразования у черенков с помощью электрофизического метода в статье Ускорение процесса корнеобразования у черенков черного изюма, обработанных при 71 В/м и напряженности электрического поля 15 часов, и повышение жизнеспособности, качества, роста и приживаемости укорененных сеянцев до 16,67-34%. Представлены результаты опытов по увеличению и способам электротехнологической обработки черенков винограда. Результатом исследования являются анализ и результаты процессов корнеобразования черенков винограда черной смородины с напряженностью электрического поля 71 В/м и временем обработки 4,8,12,15 и 24 часа. Когда время электрической обработки (напряженность электрического поля 71 В/м) составляет от 4 до 8 часов, консистенция виноградных черенков равна 66,66%, 83,33% за 12 и 24 часа, 100% за 15 часов по сравнению с контрольным вариантом (66,66%), и результаты описаны в статье.

Ключевые слова: электрическая цепь, сопротивление, виноград, черенки, вегетативное распространение, напряженность электрического поля, электростимуляция, напряжение, энергия электромагнитного поля.

Кириш

Жаҳонда мевали дарахт ва узумзорларни кўпайтириш жараёнида ресурс тежамкор технологиялар қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Бугунги кунда дунё миқёсида саноат узумчилигини ривожлантириш ва шароб маҳсулотлари ҳамда майиз ишлаб чиқариш ҳажмини кенгайтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ялпи узум етиштириш ҳажми бўйича сўнгги йилларда Хитой (14842,680 минг тонна), Италия (8241,914 минг тонна), АҚШ (7097,723 минг тонна) ва Франция (6242,034 минг тонна), етакчилик қилмоқда. Бугунги кунда дунёнинг ялпи узум ишлаб чиқариш бўйича етакчи ўринларни эгаллаб келаётган Хитой, Италия, АҚШ ва Франция каби давлатларда саноат тоқзорлари барпо қилиш учун вируслардан холи соғломлаштирилган, юқори маҳсулдор, филлоксерага бардошли сертификатланган кўчатларини етказиб бериш долзарб вазифа ҳисобланади [1]. Мамлакатимиз қишлоқ хўжалиги тизимида узумчиликни ривожлантириш ва унинг юқори сифатли кўчат берувчи плантацияларини барпо этиш ва кенгайтириш бўйича қатор чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясида «... қишлоқ хўжалигида экин майдонлари ва экинлар таркибини оптималлаштириш, илғор агротехнологияларни жорий этиш ҳамда ҳосилдорликни ошириш, мева-сабзавот ва узум етиштиришни кўпайтириш» муҳим стратегик вазифалардан бири сифатида алоҳида белгилаб қўйилган [2].

Кўриб чиқиладиган муаммонинг ҳозирги ҳолатининг таҳлили ва манбааларга ҳаволалар. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2013 йил 13 мартдаги «Республикада узумчиликни янада ривожлантириш чора-тадбирлари

тўғрисида» ПҚ-1937-сон қарори, 2019 йил 11 декабрдаги ПҚ-4549-сон «Мева-сабзавотчилик ва узумчилик тармоғини янада ривожлантириш, соҳада қўшилган қиймат занжирини яратишга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги қарори, 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги фармони, 2021 йил 28 июлдаги ПҚ-5200-сон «Узумчиликни ривожлантиришда кластер тизимини жорий этиш, соҳага илғор технологияларни жалб қилишни давлат томонидан қўллаб-қувватлашнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги қароридан 2021-2024 йилларда Қорақалпоғистон Республикаси ва вилоятлардаги ихтисослашган туманларда узум плантацияларини ташкил этиш прогноз кўрсаткичларида Республика бўйича жами узумзорлар барпо этиладиган майдон 156945 гектар, шундан аҳоли томорқаларида 25581 гектар узум плантацияларини ташкил этиш кўзда тутилган [3]. Узум чилик кластерларини ташкил қилишда яхши ривожланган кўчатлар соғлом, тана, навда ва илдизларда ҳеч қандай зарарланишларсиз етиштирилган ва турли касалликлардан ҳоли узум кўчатларига талаб ошади [4].

Узум кўчатларини етиштириш технологиясини такомиллаштириш бўйича турли давлатларда В.В.Пилюгина, В.И.Мичурин, А.М.Басов, И.И.Гунар, П.П.Радчевский, А.Г.Кудряков Б.Р.Лазаренко ва И.Ф.Бородин Султонов К.С каби олимлар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Радчевский П.П., Трошин Л.П тадқиқотларида 2010-2011 йилларда узумнинг Августин, Ляна, Молдова, Виорика, Ритон, Первенец Магарача, Подарок Магарача ва Цитронный Магарача навларида тажриба ўтказган бунда ҳар бир навдан 80 тадан қаламчалар (40 та назорат, 40 та ишлов берилган) ишлатилган. Қаламчалар 24 соат давомида гетероауксиннинг 0,01% ли эритмасига жойлаштирилган. Суюқлик қатлами 5 см, қаламчалар паски қатламидаги ҳарорат махсус датчиклар ёрдамида 25-27⁰С даражада сақланган [5]. Ўртача икки йил давомида назорат вариантыда Августин ва Первенец Магарача навларида навда узунлиги ишлов берилганга нисбатан 10,1-14,7% га, Ляна, Молдова ва Ритон навларида эса аксинча, ишлов берилган вариант назоратдагига нисбатан 7,2-67,6% кўп бўлган. [6,7]

Масаланинг қўйилиши. Узум кўчатлари ва қаламчалари биологик хоссалари ҳамда фитосанитар ҳолатига боғлиқ ҳолда бир ёки икки ёшлига бўлинади. [8,9,10]

Ток бошқа маданий ўсимликлар қатори жинсий (уруғидан) ҳамда вегетатив йўл билан кўпаяди. Уруғидан кўпайтириш, асосан, селекция ишларида қўлланилади. Амалиётда вегетатив йўл билан қаламчасидан, яшил қаламчасидан, пайвандлаб, пархшлаб кўпайтирилади. [11, 12]

Вегетатив йўл билан кўпайтирилган ток қайта тикланиш, яъни регенератив хусусиятга эга. Ток органларининг қайта тикланиши бир хил кечмайди, масалан, илдиз бўлаги, барг банди, тўпгул банди илдиз чиқариши мумкин. Аммо уларда куртаклар йўқлигидан новдалар ривожланмайди. Қайта тикланиш жараёни ток навининг биологик хусусиятлари, новданинг ёши, ундаги озиқ моддаларнинг миқдори, тупроқ нами ва унумдорлиги каби омилларга боғлиқ [13]. Ток қаламчаларидан кўпайтирилганда бўлғуси органлар қутублик асосида, яъни қаламчанинг юқори томонида (юқори қутбидан) новдалар, пастки қисмидан (пастки қутбидан) илдиз ҳосил қилади. Регенерация яхши пишган бир йиллик новданинг ўрта қисмидан олинган қаламчаларда яхши кечада [14].

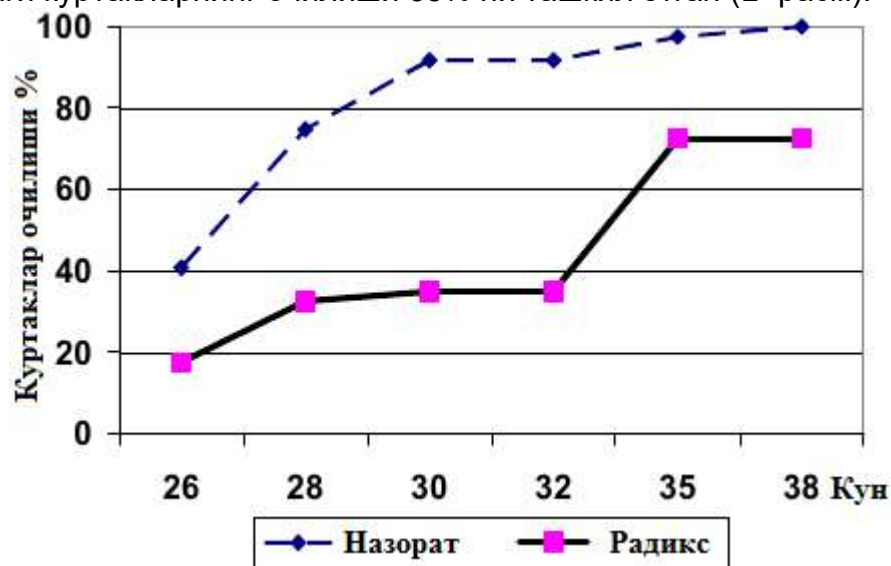
Қаламчаларнинг яхши тутиб кетиши ва ривожланиши учун уларга ўтқозишдан олдин ишлов берилади. Асосий мақсад экилган қаламчаларда илдиз ҳосил бўлишини тезлаштиришдир. Ҳеч қандай ишлов берилмай ўтқазилган қаламчаларнинг бир қисми тутмаслиги, яна бир қисми дастлаб барг ва новда чиқариб кейин қуриб қолиши мумкин. Бунга сабаб, асосан илдизнинг ҳали

яхши шаклланмаганлигидир. Қаламчаларнинг дастлабки ўсиши уларда ўтган йил тўпланган озиқ моддалар ва намлик ҳисобига бўлади. Илдиз ҳосил бўлиш билан янги новдаларнинг ўсиши ўртасидаги мутаносиблик бузилса, яъни илдиз кечроқ шакллansa қаламча қуриydi. Амалий тоқчиликда қаламчаларда илдиз ҳосил бўлишини тезлаштиришнинг бир қатор усулларида фойдаланилади.

Бир сўз билан айтганда гетероауксинни 0,01% ли эритмаси илдиз ҳосил бўлиши ва илдизлар сонини кўпайишига ёрдам берган. Назорат билан солиштирганда ўсиш 0,9 ва 2,4 бирликни ёки 18,0% ва 38,0% ни ташкил этган [15].

Трошин Л.П., Радчевский П.П лар 2010-2011 йилларда ўтказилган тажриба натижаларига кўра шундай фикрларни илгари суришган. Демак узум қаламчаларида илдиз ҳосил бўлиш жараёни генетик жиҳатдан аниқланган хусусият бўлиб, гетероауксин эритмаси таъсири барқарор ижобий реакцияга олиб келмайди ва қаламчаларнинг нав хусусиятларига, сифати ва физиологик ҳолатига боғлиқ эканлигини аниқлаганлар.

Черкунов В.С., Трошин Л.П. тадқиқотларида узумнинг Кобер 5ББ ва Молдова навларининг қаламчаларига Препарат « Проагри Радикс плюс» («Радикс») нинг 1% ли эритмаси билан ишлов бериб натижаларини кўриб чиққанлар [16]. Уларнинг фикрича «Радикс» нинг 1% ли эритмаси билан ишлов берилган қаламчаларда ҳосил бўлган куртакларнинг очилиши секинлашган шу билан биргаликда илдиз ҳосил бўлиши тезлашиб, уларнинг сони ошганлиги кузатишган. Радчевский П.П., Черкунов В.С., Л.П Трошинлар томонидан 2006 йилда ўтказилган тажрибанинг 26 кунда назорат вариантыда навда ва барк ҳосил қилган қаламчалар 40,8% ни, ишлов берилганида эса атиги 17,5% ни ташкил этган. Тажрибанинг 30 кунига келиб, куртакларнинг очилиши назорат вариантыда 91,8% ни, ишлов берилган қаламчалардаги куртакларнинг очилиши 35% ни ташкил этган (1- расм).



1- расм. Кобер 5ББ навининг қаламчаларини «Радикс» препаратининг 1% эритмаси билан ишлов беришнинг куртаклар очилишига таъсирининг динамикаси.

Ишлов берилган қаламчаларнинг 92,5% илдиз ҳосил қилган бўлса, назоратда фақат 60%, яъни 32,5% га кам эди. «Радикс» препарати нафақат илдизли қаламчалар сонига, балки уларда ҳосил бўлган илдизлар сонига ҳам ижобий таъсир кўрсатади ва қаламчаларнинг пастки қисмида эрта ва қулайроқ илдиз шаклланишига ёрдам беради. [17]

Лыков А. С., Щербетеев В. А., Скворцов В. А тадқиқотларига кура узум қаламчаларини экишдан олдин электр ишлов беришда, қаламчаларни электр энергияси билан таъминлашда суюқ электр ўтказувчан эритма орқали таъминлаш усули энг мос келадиган усулигини аниқлаган.

Узум кўчатларини етиштириш технологияларини ривожлантиришнинг ҳозирги босқичида қаламчаларнинг тутувчанлигини оширишда механик, физиологик, кимёвий, жисмоний ва электрофизик усуллардан фойдаланилади [18].

Шунингдек, қаламчаларни экишга тайёрлашда оддий усуллардан ҳам фойдаланилади. Бу усуллар ҳам қаламчаларда илдиз пайдо бўлишини тезлаштиради. [19] Бироқ ишлаб чиқариш шароитида ушбу усуллар ҳар доим ҳам кутилган самарани таъминлай олмайди. Бундан ташқари ўсиш регуляторлари одатда қимматга тушади ва маълум бир токсикликка эга ва агар қаламчаларни қайта ишлашда хавсизлик қоидаларига риоя қилинмаса инсон саломатлигига зарар етказиши мумкин.

Ҳозирги фаннинг ҳолати узум қаламчаларида илдиз ҳосил бўлишини тезлатишга қаратилган турли хил стимуляторлар, шу жумладан электромагнит майдон энергиясининг турли кўринишлари (электр майдони, электр токи, магнит майдони, электр разряди, электромагнит тўлқинлар, импульсли электромагнит майдони) нинг электрофизик таъсирлари ёрдамида бошқариш ва ўсимликлар ҳаётига фаол аралашуш орқали уни тўғри йўналишга йўналтириш имкони мавжудлигини кўрсатмоқда. [20]

Ечиш усули ва услублари

Ўрганиб чиқилган назарий билимлар ва юқоридаги назариялар асосида узумнинг қора кишмиш навининг уч кўзли қаламчаларида вегетация тажрибалари шаклида ўтказилди. Тажиба учун қаламчалар баҳор ойида наваларда сув оқими бошланмасдан олдин узумнинг қора кишмиш навидан тайёрланди ва қаламчалар узунлиги 23 см дан қилиб тайёрланиб, маҳсус ўраларда 5 апрель кунига қадар сақланди.

Тажрибада жами 36 та узум қаламчаларидан фойдаланилди. Электр токи ёрдамида ишлов берилган узум қаламчалари сони 30 та ва 6 та назорат учун қолдирилди (2-расм). Тажибада саноат частотали (50 Гц) ўзгарувчан тоқдан фойдаланилди.



2-расм. Узум қаламчаларига электр ишлов бериш жараёни

Тажрибада электр майдон кучланганлигининг 71 В/м да ишлов берилди. Қаламчаларга ишлов бериш вақтлари 4, 8, 12, 15, 24 соатни ташкил қилди. Назарий жиҳатдан қараганда ўсимлик объектларига электр ишлов беришда (масалан, узум қаламчалари) ишлов бериш уларнинг алоҳида қисмларини электр занжирининг элементлари сифатида қараш мумкин.

Демак бу ҳолатда, узум қаламчасига электр ишлов беришнинг умумий алмаштириш схемаси қаршиликларнинг кетма-кет ва параллель шаклида деб тасаввур қилиш имконини беради. Тажрибада ишлатилган электродлар бир хил геометрик ўлчамларга эга бўлган бир хил (зангламайдиган пўлат) металлдан ясалган ва электрод бутун узунлиги бўйлаб бир хил кесимда ясалган ва электр токи ишлов бериш схемасидан ўтганда, унинг барча элементлари маълум миқдордаги қувватни истеъмол қилади:

$$P_o = 2P_1 + P_2 + P_3 \quad (1)$$

бу ерда: P_1 , P_2 , P_3 қувватлар R_1 , R_2 , R_3 қаршиликлар томонидан истимол қилинган қувват миқдори.

Қаламчалар томонидан истеъмол қилинган энергия электр авжлантиришга сарфланади ва технологик иш бажаради. Электр ишлов бериш занжирининг қолган қисмлари томонидан истеъмол қилинган энергия фойдали иш бажармайди ва юқотилишга учрайди. Фойдали қувват сарфини P_ϕ ва исроф бўлган қувватни P_u деб белгилаб, қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$P_\phi = P_2 \quad P_u = 2P_1 + P_3 \quad (2)$$

Узум қаламчаларига электр ишлов бериш схемасининг самарадорлиги қуйидаги нисбат билан баҳоланади:

$$\eta = \frac{P_\phi}{P_o} = \frac{P_2}{2P_1 + P_2 + P_3} \quad (3)$$

Ишлов берилган узум қаламчалари (30 та қаламча) гул тувакларига 6 апрел куни экилди. Шуни таъкидлаш лозимки, қаламчаларнинг барчаси битта узумнинг пишган бир йиллик навдаларидан тайёрланди. Қаламчаларга электр ишлов беришда ускунаси 3,8 литрли пластмасса идиш (контейнер) лардан фойдаланилди. Электротехнологик ишлов бериш қурулмасида жойлашган электродлар зангламайдиган материалдан тайёрланган бўлиб, электродлар эни 7 см, узунлиги 16 см ва улар орасидаги масофа 25 см ни ташкил қилди.

Ўтказилган тажриба натижаси шуни кўрсатдики узум кўчатларига электр токи ёрдамида таъсир кўрсатилса кўчатнинг актив гормонал ҳолатига таъсир кўрсатмайди ва ўсимлик тўқималари фақат электр майдон кучининг паст даражаларида фаол ўтказувчанликка эга эканлиги аниқланди.

Натижалар таҳлили ва мисоллар

Узум қаламчаларига экишдан олдин электр токида ишлов бериш қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш жараёнларини сезиларли даражада оширади ва қаламчаларнинг тутувчанлиги ошади бу эса кўчатларнинг ривожланиш даражаларини сезиларли даражада оширди.

Электр токи ёрдамида узум қаламчаларига ишлов бериш орқали илдиз отиш жараёнлари 71 В/м электр майдони кучланганлиги ва 15 соатлик тасир қилинганда энг юқори натижаларни кўрсатди ва қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш жараёни 100% ни ташкил этди.

Ишлов бериш вақти 4,8 ва назорат вариантыда (ишлов берилмаган) 71 В/м электр майдони кучланганлигида ишлов берилганда узум қаламчаларининг тутувчанлиги бир хил яъни 66,66% га тенг бўлди. Учунчи ишлов бериш вақти 12 ва 24 соатни ташкил этганда 71 В/м электр майдони кучланганлигида ишлов берилганда узум қаламчаларининг тутувчанлиги 83,33% га тенг бўлди. Назорат вариантыда эса узум қаламчаларининг тутувчанлиги 66,66% ни ташкил этди ва назоратдагига нисбатан олиб қараганда 71 В/м электр майдон кучланганлигида 15 соат давомида ишлов берилган узум қаламчаларининг тутувчанлиги 16,67-33-34% га ошганлиги кузатилди.

Демак тажрибада кузатилган натижалардан маълум бўлдики узум қаламчаларига экишдан олдин электр ишлов бериш орқали кўчатларнинг тутувчанлигини ошириш имконини беради. Шундай экан узум қаламчаларни экишдан олдин электр ишлов беришга қаратилган қурулмани лойиҳалаш ва бу билан гектарлаб экиладиган кўчатлар тутувчанлигини ошириш орқали юқори иқтисодий самарадорликка эришиш мумкинлигини кўрсатади.

Хулоса

Тажриба синовлари шуни кўрсатдики узум қаламчаларига электорофизик таъсирлар ёрдамида ишлов бериш қаламчаларда илдиз ҳосил бўлиш жараёнларини сезиларли даражада тезлаштиради ва кўчатларнинг тутувчанлигини оширади.

Узум қаламчаларида илдиз ҳосил бўлиш жараёнларини электротехнологик усуллар ёрдамида амалга оширишда 50 Гц саноат частотали ўзгарувчан токдан фойдаланиш тавсия этилади ва уни узум қаламчаларига суюқлик орқали етказиш энг самарали технологиялардан биридир.

Қора кишмиш навли узум қаламчаларига электротехнологик ишлов бериш орқали 71 В/м электр майдони кучланганлиги ва 15 соатлик таъсир қилинганда қаламчаларнинг тутувчанлик даражаси 100% ни ташкил этиб, назорат вариантыга нисбатан қаламчалар тутувчанлиги 16,67-33-34% га ошганлигини кўрсатди.

References

1. Presidential Decree No. PP-5200 Uzbekiston Respublikasini janada rivozhlantirish bujicha kharakatlar strategijasi turrisida [On additional measures to support the introduction of a cluster system in the development of viticulture, the involvement of advanced technologies in the industry] Tashkent, July 8, 2021. (in Uzbek)
2. Korepanov R.I. Povyshenie jeffektivnosti obluchenija mikrokonal'nyh rastenij vinograda i zhimolosti IN VITRO i EX VITRO lentochnymi RGB svetodiodnymi fitoustanovkami [Increasing the efficiency of irradiation of microclonal grape and honeysuckle plants IN VITRO and EX VITRO with RGB LED phytoinstallations] Authorship. Dissertation for Candidate of Technical Sciences - Cheboksary, 2020 - 20 p. (in Russian)
3. NM Markaev, O. Kholiknazarov, Sh. Yusupov Jelektromagnit majdon jenergijasidan jelektrotehnologik maqsadlarda fojdanish imkonijatlari [Opportunities for the use of electromagnetic field energy for electrotechnological purposes] Journal of Agriculture and Water Resources of Uzbekistan Special issue 2019. November 11, 2019. Pp. 50-51. (in Uzbek)
4. Pogosyan K.S., Babakhanyan M.A. Vyrashchivaniye sazhentsev vinograda na gidroponike [Growing grape seedlings hydroponically] Winemaking and viticulture.-Moscow, 2001.-№2.- 29 p. (in Russian)
5. A.A. Luchinkin O stimulirujushhej dejstvii jelektricheskogo toka na vinogradnye privivki [On the stimulating effect of electric current on grape vaccinations] Scientific. Tr. MUSHROOM. Kiev, 1980. Issue. 247. P 124. (in Russian)
6. Sultonov KS Uzunning juqori sifatli sertifikatlangan kucatlarini ishlab ciqarish tizimining ilmiy asoslari [Scientific basis of the system of production of high quality certified grape seedlings] Authorship. Dissertation Doctor of Agricultural Sciences.-Tashkent, 2018. Page 222. (in Uzbek)
7. GOST 1191-2009 (OzDSt 1191: 2009). Uzun kuchatlari va kalamchalari [Grapes and pens] General technical conditions.-Tashkent, 2009.-12 p. (in Uzbek)
8. Lykov A.S., Schebeteev V.A., Skvortsov V.A. Energeticheskiye pokazateli ustanovki elektrostimulyatsii cherenkov vinograda. [Energy indicators of the installation of electrical stimulation of grape cuttings] Technical science "Colloquium-journal" # 3 (27). 2019, 37-40 p. (in Russian)

9. Maltabar L.M. Yeshche raz o sisteme i superintensivnoy tekhnologii proizvodstva sertifikirovannogo posadochnogo materiala [Once again about the system and superintensive technology for the production of certified planting material] Nursery grapes.-Krasnodar, 2004.-P.8-16. (in Russian)
10. Kudryakov A.G. Stimulatsiya korneobrazovaniya cherenkov vinograda jelektricheskim polem Stimulation of root formation of grape cuttings by an electric field: Authorized fats. Dissertation for Candidate of Technical Sciences, Krasnodar, 1999, 23 p. (in Russian)
11. Kudryakov A.G., Perekomy G.P., Radchevsky P.P., Lykov A.S., Bezler S.Yu. Povyshenie sposobnosti korneobrazovaniya vinogradnykh cherenkov s pomoshh'yu jelektricheskogo toka. [Increasing the rooting ability of grape cuttings using electric current.] Krasnodar, 1999, 23 p. (in Russian)
12. GOST 28181-89. Cherenki vinogradnoj lozy [Grapevine cuttings] Technical conditions. Moscow, 2007.-8 p.
13. Radchevsky P.P., Cherkunov V.S., Troshin L.P. Primenenie biologicheskii aktivnogo veshchestva «Radiks» pri vyrashhivani vinogradnogo posadochnogo materiala [The use of the biologically active substance "Radix" in the cultivation of grape planting material] Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal KubSAU) - Krasnodar: KubSAU, 2010. - No. 60 (06). Pp. 358 - 378. (in Russian)
14. P.P. Radchevsky, L.P. Troshin Regeneratsionnyye svoystva vinogradnykh cherenkov pod vliyaniem obrabotki ikh geteroauksinom v zavisimosti ot sortovykh osobennostey [Regenerative properties of grape cuttings under the influence of their treatment with heteroauxin depending on varietal characteristics] Scientific journal KubSAU. - Krasnodar: KubGAU, 2012. - No. 03 (077) .Pp1194-1223. (in Russian)
15. N.M.Markaev, Sh.Yusupov, B.Khushboqov. Rakhmonov Uzum kuchatlarini ildiz otish zharajonini avzhlantirishda jelectrotehnologik usullardan foj dalanish [Use of electrotechnological methods in accelerating the process of rooting of grape seedlings] Agro Ilm Journal Special Issue [70], 2020. November 23, 2020. Pp 41-42. (in Uzbek)
16. T. Baizakov, N. Markaev, Sh. Yusupov Izucheniye vozdeystviya energii elektromagnitnogo polya na sootvetstvuyushchiye vidy rastitel'nogo mira i obosnovaniye vozmozhnosti primeneniya ikh v tekhnologicheskikh tselyakh [Study of the impact of the energy of the electromagnetic field on the corresponding species of the plant world and substantiation of the possibility of using them for technological purposes] Uzbekhydroenergetics journals III (7) 7.10.2020. Pp 25-28. (in Russian)
17. Berdishev A S., Markaev NM., Hasanov J. Effects of electrophysical processing on the development of vine root roots. E3S Web of Conferences 264, 04090 (2021). CONMECHYDRO 2021
18. P.P. Radchevsky Vliyaniye impul'snogo elektromagnitnogo polya na gegeneratsionnyuyu aktivnost' cherenkov vinograda sorta moldova [Influence of a pulsed electromagnetic field on the regenerative activity of grape cuttings of the moldova variety] Scientific journal KubSAU, No. 95 (01), 2014. P 26. (in Russian)
19. Nikolsky M.A. Sovershenstvovaniye priyemov aktivizatsii korneobrazovaniya u podvoyev i sortov vinograda pri proizvodstve sazhentsev [Improving the methods of activating root formation in rootstocks and grape varieties in the production of seedlings] dis. and. s.-kh. sciences. Krasnodar, 2009.- 24 p. (in Russian)

Bog'lanish uchun

1. Markaev Nuriddin Murodovich - TIAME-NRU doctorate.
39, Qori-Niyaziy street, Mirzo Ulugbek district, Tashkent city

Tel .: (+99897) 736-49-39. Email: n.markayev@mail.ru

RESULTS OF PROXIMATE ANALYSIS OF ENERGY USE OF MUNICIPAL SOLID WASTE

Abduganiev.N.N.

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers.

Abstract

The increasing demand for energy and sustainable waste management has made municipal solid waste (MSW) an important resource for potential energy generation. This research explores the composition and energy potential of MSW in the Urta-Chirchik district of the Tashkent region. The waste sorting analysis revealed that the majority of MSW in the area consists of wood waste (47.9%), textiles (13%), food residues (9.5%), polyethylene (8.9%), and other materials. The proximate analysis indicated that the moisture content of general MSW and wood waste samples was 13.05% and 18.22%, respectively. These findings highlight the significant energy value of MSW in the region, emphasizing its potential for bioenergy applications. The results of this study provide a foundation for further research into efficient waste-to-energy conversion methods.

Keywords: biomass, municipal solid waste, moisture content, volatile matter, ash content, fixed carbon content.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Абдуганиев Н.Н. – базовый докторант,

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Аннотация

Возрастающий спрос на энергию и устойчивое управление отходами делает муниципальные твердые отходы (МТХ) важным ресурсом для генерации потенциальной энергии. В данном исследовании исследуется состав и энергетический потенциал МСВ Уртачирчикского района Ташкентской области. Анализ сортировки отходов показал, что основную массу ТБО в районе составляют отходы древесины (47,9%), текстиля (13%), остатки пищевых продуктов (9,5%), полиэтилена (8,9%) и другие материалы. Проксимальный анализ показал, что влажность образцов общего МСВ и древесных отходов составила 13,05% и 18,22% соответственно. Эти результаты подчеркивают значительную энергетическую ценность МСВ в регионе, подчеркивая его потенциал для применения в биоэнергетике. Результаты данного исследования служат основой для дальнейших исследований эффективных методов преобразования отходов в энергию.

Ключевые слова: биомасса, муниципальные твердые отходы, влажность, летучее вещество, зольность, фиксированный углерод.

ҚАТТИҚ МАИШИЙ ЧИҚИНДИЛАР ЭНЕРГИЯСИДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ ДАСТЛАБКИ ТАҲЛИЛ НАТИЖАЛАРИ

Н.Н.Абдуганиев

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти.

Аннотация

Энергия ва чиқиндиларни барқарор бошқаришга бўлган талабнинг ортиб бориши қаттиқ маиший чиқиндиларни (ҚМЧ) потенциал энергия ишлаб чиқариш учун муҳим ресурсга айлантирди. Тадқиқотнинг объекти сифатида Тошкент вилояти Ўрта Чирчиқ туманидаги ҚМЧ таркиби ва энергетик салоҳияти олинган. Чиқиндиларни саралаш таҳлили шуни кўрсатдики, ҳудуддаги ҚМЧнинг асосий қисмини ёғоч чиқиндилари (47,9%), тўқимачилик (13%), озиқ-овқат қолдиқлари (9,5%), полиЭтилен (8,9%) ва бошқа материаллар ташкил этади. Тахминий таҳлил шуни кўрсатдики, умумий ҚМЧ ва ёғоч чиқиндилари намуналарининг намлиги мос равишда 13,05% ва 18,22% ни ташкил этди. Ушбу топилмалар минтақадаги ҚМЧларнинг муҳим энергия қийматини таъкидлаб, унинг биоЭнергетик мақсадларда қўлланилиш имкониятларини таъкидлайди. Ушбу тадқиқот натижалари чиқиндиларни энергияга айлантиришнинг самарали усуллари келгусида тадқиқ қилиш учун асос бўлади.

Таянч сўзлар: биомасса, қаттиқ маиший чиқиндилар, намлик, учувчан моддалар, кул миқдори, қаттиқ углерод миқдори.

Кириш

Бугунги саноат ва ишлаб чиқариш фаолиятининг ривожланиши энергияга бўлган талабнинг ошишига олиб келади. Ҳозирда энергияга бўлган талаб асосан табиий энергия ресурслари (табиий газ, кўмир, нефть) ҳисобига қондирилаётган бўлиб, бу биринчи навбатда қазилма ёқилғи захираларининг камайишига олиб келади. Шунингдек қазилма ёқилғилардан фойдаланиш атроф-муҳит зарарланишига, “иссиқхона эффекти” ни юзага келтиришга ва инсон саломатлигига салбий таъсир қилади [1,2]. Юқорида келтирилган ҳолатлар нафақат бутун дунёда балки, Ўзбекистонда ҳам ноанъанавий ва қайта тикланувчи энергия манбалари (кўёш, шамол, сув, биомасса ва бошқ.) дан фойдаланишга ва уни ривожлантиришга катта эътибор беришни талаб этмоқда. Биомасса – биоёқилғи ва электр энергия ишлаб чиқаришда фойдаланиш мумкин бўлган ўрмон ҳамда қишлоқ хўжалигидаги ўсимлик қолдиқлари, оқава сув чўкиндилари, органик модда ва қаттиқ маиший чиқиндилардан иборат қайта тикланувчи энергия манбаи [3,4].

Жаҳон Банкининг статистик маълумотларига кўра, бугунги кунда дунё бўйича йилига 1,3 миллиард тонна қаттиқ маиший чиқинди ҳосил бўлмоқда ва бу кўрсаткич 2025-йилга бориб 2,2 миллиард тоннага етиши кутилмоқда [5]. Бугунги кунда нафақат жаҳоннинг ривожланган мамлакатлари балки, АҚШ, Хитой ва Ҳиндистон каби аҳоли сони юқори бўлган мамлакатларда ҳам йилига мос равишда 254 млн. тонна [6], 170-200 млн. тонна [7,8] ва 70 млн. тонна [9] қаттиқ маиший чиқинди ҳосил бўлиб, юқоридаги қийматга ўз “ҳисса”сини қўшиб келмоқда.

Қаттиқ маиший чиқинди (ҚМЧ) лар асосан, озиқ-овқат, қоғоз, пластмасса, ёғоч, текстиль, металл ва шиша маҳсулотлари қолдиқларидан, шу билан биргаликда электр лампочка, аккумулятор, автоқисмлар ҳамда ташландиқ дори воситалари каби айрим хавфли чиқиндилардан ташкил топган биомассанинг бир тури бўлиб, экологик тоза энергия (биогаз, биоёқилғи) олиш манбаи ҳисобланади [10,11].

Юқоридаги ҳолатлардан келиб чиққан ҳолда ушбу мақола Тошкент вилоятидаги Ўрта Чирчиқ туманидаги қаттиқ маиший чиқиндилар энергетик потенциалини аниқлаш мақсадида олиб борилган тадқиқот ишининг дастлабки таҳлил натижаларига қаратилган.

Масаланинг қўйилиши. Мамлакатимизда экологик хавфсизликни таъминлаш, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш соҳасида йирик ислохотлар амалга оширилмоқда. Шу жумладан, мустақиллик йилларида мамлакатимизда бу соҳанинг замонавий мустаҳкам норматив-ҳуқуқий базаси яратилди. Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва табиатдан фойдаланиш соҳасидаги фаолиятни белгилаб берувчи 30 га яқин

қонунлар ва 200 дан ортиқ қонун ости меъёрий ҳужжатлар қабул қилинди. Шунинг билан бир қаторда ҳозирда жамиятимизнинг ривожланиши билан боғлиқ бўлган экологик муаммолардан бири чиқиндилар муаммоси бўлиб, бугунги кунда чиқиндилар атроф-муҳитни ифлослантириши натижасида атроф-муҳитга, фуқаролар ҳаёти ва соғлиғига, шунингдек, жисмоний ва юридик шахсларнинг мулкларига хавф туғдирмоқда. Бундай шароитда, ҳосил бўлаётган чиқиндиларни тўплаш, сақлаш, ташиш, йўқ қилиш, кўмиб ташлаш, утилизация қилиш, уларни турларга ажратиш ва қайта ишлаш масаласи устувор вазифалардан ҳисобланади[12].

Чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга ошириш соҳасидаги муносабатларни тартибга солиш ҳамда чиқиндиларни бошқаришга оид давлат сиёсатини юритиш мақсадида 2002 йил 5-апрелда «Чиқиндилар тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикаси Қонуни қабул қилинган. Қонуннинг асосий вазифаси чиқиндиларнинг фуқаролар ҳаётига ва соғлиғига, атроф-муҳитга зарарли таъсирининг олдини олиш ҳамда чиқиндилар ҳосил бўлишини камайтиришдан иборатдир. Бундан ташқари, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2014-йил 15-июлдаги 194-сон қарори билан тасдиқланган қаттиқ ва суюқ маиший чиқиндиларни тўплаш ва олиб чиқиб кетиш хизматлари кўрсатиш қоидалари, Ўзбекистон Республикаси Адлия вазирлигида 2014-йил 12-ноябрда 2625-сон билан рўйхатга олинган Ўзбекистон “Ўзкоммунхизмат” агентлиги бош директорининг 2014-йил 16-октябр-даги 104-сон буйруғи билан тасдиқланган маиший чиқиндиларни ташиш қоидалари ва шу каби бир қатор қонун ости ҳужжатлари билан тартибга солинган[13].

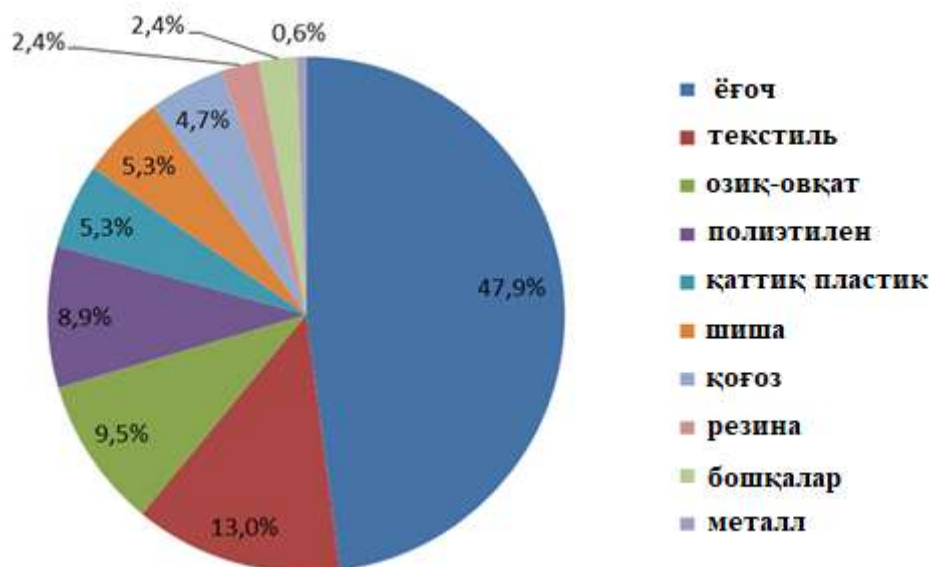
Ечиш усули

Мазкур илмий-тадқиқот иши адабиётлар ва лаборатория таҳлили натижаларини қайта ишлаш асосида олиб борилди.

Натижалар таҳлили ва мисоллар

Тадқиқот ишлари Тошкент вилоятининг йирик туманларидан бири(Ўрта Чирчиқ тумани)даги ободонлаштириш бошқармасига қарашли чиқиндилар тўплаш полигониди ASTM D 5231-5292 ва Pn-En Европа стандартлари[14,15] асосида олиб борилди.

Тадқиқотнинг дастлабки босқичида ҳудуддаги чиқиндиларни тўплаш полигонидан намуналарни йиғиш(дала эксперименти), уларни саралаш ва дастлабки таҳлиллар ўтказилди. Қаттиқ маиший чиқинди намуналарини йиғиш Америка Материалларни Синаш Жамияти(ASTM) стандарти асосида олиб борилди. Маиший чиқинди намуналарини йиғишда ҳар бирининг оғирлиги 20-25 кг ни ташкил этувчи тўртта катта махсус қоп(умумий ≈100 кг)дан фойдаланилди. Олинган маиший чиқинди намуналари Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти “Электр таъминоти ва қайта тикланувчан энергия манбалари” кафедраси илмий-тадқиқот лабораториясида чуқур таҳлил қилинди. Шундан сўнг чиқиндилар классификация бўйича сараланди ва олиб келинган қаттиқ маиший чиқинди намуналари ёғоч, озиқ-овқат қолдиқлари, полиэтилен пакет, қаттиқ пластик, текстил, шиша, резина, қора металл ва бошқалар каби ўн турдаги чиқиндилар аралашмасидан таркиб топганлиги аниқланди. Сараланган ҳар бир чиқинди турнинг оғирлиги электрон тарози ёрдамида ўлчанди ва маълумотлар ёзиб олинди[12,15].



1-расм. Тадқиқот объектидаги қаттиқ маиший чиқиндилар таркиби.

1-расмдан кўриниб турибдики, ёғоч чиқиндилари миқдори бошқа турдаги чиқиндиларга нисбатан юқори фоизни ташкил этди. Ёғоч чиқиндилари миқдорининг юқорилиги ҳудуднинг географик жойлашуви, кўп қаватли уйларнинг йўқлиги ва аҳолининг асосий қисми ҳовлиларда истиқомат қилиши билан изоҳлаш мумкин.

Дала эксперименти ва саралаш натижалари(1-расм)дан келиб чиққан ҳолда қаттиқ маиший чиқиндилар проксимал таҳлили танлаб олинган(ҚМЧ ва ёғоч чиқиндилари) намуналар таркибидаги намлик миқдори, учувчан моддалар миқдори, намуна таркибидаги кул ва собит углерод миқдорини аниқлашни ўз ичига олади.

Танлаб олинган чиқиндиларнинг намлик миқдорини аниқлаш учун дастлаб намуналар хона(20-25 °C) ҳароратида етти кун давомида сақланади. Шундан сўнг, олинган намуналар қуриштиш печида 105 °C ҳароратда 3-4 соат давомида қурилади ва оғирлиги ўлчанади[12,15]. Чиқинди намуналаридаги намлик миқдори куйидагича ҳисобланади:

$$\%M_c = \frac{\text{нам оғирлик} - \text{қуруқ оғирлик}}{\text{нам оғирлик}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Намуналар таркибидаги учувчан моддалар миқдорини аниқлаш учун умумий ҚМЧ дан 5 грамм ва ёғоч чиқинди намуналаридан 1 грамм миқдорида олинади ва мос равишда 950 °C ва 900 °C ҳарорат остида(Pn-En 15148-3:2010.900) алангалатилди[16,17,18].

$$\%V_m = \frac{\text{намунанинг қуруқ оғирлиги} - \text{кул миқдори}}{\text{намунанинг қуруқ оғирлиги}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Биомасса чиқиндилари кули бу биомасса чиқиндилари ёнганда таркибидаги углерод, кислород, сув ва олтингугурт чиқиб кетгандан кейинги қолган ёнмайдиган қолдиқ. ҚМЧ ва ёғоч чиқинди намуналари икки нусхада 5 грамм(ҚМЧ учун) ҳамда >0,1 г/см² (ёғоч чиқиндилари учун) олинди. Олинган намуналар муфель печида 60 дақиқадан кам бўлмаган вақт давомида ҚМЧ учун 400 °C дан 750 °C гача[19,20] ва ёғоч чиқинди намуналари учун 500±10 °C гача [17,18] ҳарорат босқичма-босқич ошириб борилган ҳолда алангалатилди.

$$\%Ash = \frac{\text{йўқолган масса} \cdot 100\%}{\text{намунанинг умумий оғирлиги}} \quad (3)$$

Собит углерод биомасса намунаси умумий оғирлигининг намлик миқдори, учувчан моддалар ва кул миқдоридан сўнг материалда қоладиган углерод миқдори билан аниқланади. Яъни

$$\%F_c = 100 - (M_c + Ash + V_m) \quad (4)$$

бу ерда:

F_c – биомасса намунасидаги собит углерод миқдори;

M_c – намунадаги учувчан моддалар миқдори;

Ash – биомасса намунасидаги кул миқдори;

V_m – намунанинг намлик миқдори.

1 – жадвал.

Дастлабки таҳлил натижалари

№	Кўрсаткичлар	ҚМЧ	Ёғоч
1	Намлик миқдори, %	13,05	18,22
2	Учувчан моддалар миқдори, %	62,6	49,4
3	Кул миқдори, %	20,8	21,5
4	Собит углерод, %	3,55	10,88

1 – жадвалда ҚМЧ ва ёғоч чиқинди намуналарининг дастлабки таҳлил натижалари келтирилган. Жадвалдан кўриш мумкин, умумий ҚМЧ намунасидаги намлик миқдори 13,05 % ва собит углерод миқдори 3,55 % ни ташкил этган. Шунингдек, ёғоч чиқинди намунасидаги намлик ва собит углерод миқдорлари мос равишда 18,22 % ҳамда 10,88 % га тенг. Намлик миқдори материални қуритиш жараёнида ундан чиқиб кетадиган сув миқдори билан ўлчанади ва бу ўша материалнинг физик ҳамда кимёвий хусусиятларига тўғридан – тўғри боғлиқ бўлиб, унга атрофдаги сувни ўзига синдириш имконини беради[16,18]. Собит углерод – бу материал юзасида писта кўмир кўринишида қоладиган углерод[16,17,18]. 1 – жадвалда қайд этилганидек, умумий ҚМЧ таркибида учувчан моддалар ва кул миқдори мос равишда 62,6 % ҳамда 20,8 % ва ушбу миқдорлар ёғоч чиқинди таркибида 49,4 % ва 21,5 % га тенг. Ушбу икки кўрсаткич хусусияти бўйича пиролиз ва газлаштириш жараёнига тўғридан – тўғри таъсир этиш имкониятига эга. ҚМЧ ва ёғоч чиқиндилари кўмир билан таққослаганда ёнувчанлиги(ёнишга таъсирчанлиги) пастроқ бўлишига қарамасдан уларни дастлабки қайта ишлаш йўли билан таркибидаги углерод ҳамда кул каби ёнмайдиган материаллар миқдорини камайтириб, уларнинг ёнувчанлик хусусиятини ошириш мумкин[17,18].

Хулоса

Тадқиқот ишида ўтказилган саралаш натижалари тумандаги умумий қаттиқ маиший чиқинди таркиби асосан ёғоч(47,9 %), текстиль(13 %), озиқ-овқат(9,5 %), полиэтилен(8,9 %), қаттиқ пластик ва шиша(5,3 %), қоғоз(4,7 %), резина ва бошқа чиқиндилар(2,4 %) ҳамда металл қолдиқлари(0,6 %)дан ташкил топганлигини кўрсатди. Дастлабки таҳлил натижалари ҳудуддаги қаттиқ маиший чиқинди ёғоч чиқиндисини билан таққосланганда намлик миқдори пастлигини кўрсатди ва бу натижа умумий қаттиқ маиший чиқинди намуналарининг юқори энергетик қийматга эга эканлигини кўрсатади. Ушбу кўрсаткични қаттиқ маиший чиқинди таркибидаги кул(20,8 %) ва собит углерод(3,55 %) миқдорларининг пастлиги билан ҳам изоҳлаш мумкин. Хулоса ўрнида айтиб ўтиш керакки, дастлабки таҳлил чиқиндилардан олинган ёқилғи ёки уларни ёниш хусусиятларини баҳолашда муҳим ҳисобланади.

Таъкидлаш керакки, ҳудуддаги қаттиқ маиший чиқиндилар потенциалини аниқлаш мақсадида тадқиқотчилар томонидан олиб борилган мазкур илмий-тадқиқот ишининг якуний таҳлил натижалари олинмоқда.

References

1. Osarhiemhen Azeta, Augustine O. Ayeni, Oluranti Agboola, Francis B. Elehinafe. A review on the sustainable energy generation from the pyrolysis of coconut biomass. Scientific African, Elsevier, Netherland, 2021. vol. 13, e00909.

2. Obid Tursunov. A comparison of catalysts zeolite and calcined dolomite for gas production from pyrolysis of municipal solid waste (MSW). Ecological Engineering, Elsevier, Netherland, 2014. vol. 69, pp. 237–243.
3. Ari Darmawan Pasek, Kilbergen W. Gultom&Aryadi Suwono. Feasibility of Recovering Energy from Municipal Solid Waste to Generate Electricity. J. Eng. Technol. Sci., Vol. 45, No. 3, 2013, 241-256
4. Baofeng Zhao, Huajian Yang, Heming Zhang, Cunqing Zhong, Jingwei Wang, Di Zhu, Haibin Guan, Laizhi Sun, Shuangxia Yang, Lei Chen, Hongzhang Xie. Study on hydrogen-rich gas production by biomass catalytic pyrolysis assisted with magnetic field. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Elsevier, Netherland, №157, 105227
5. P. Bhada-Tata, D.Hoornweg. What a waste a global review of solid waste management. Urban Development Series Knowledge Papers, World Bank, USA, 2012
6. Ayesha Tariq Sipra, Ningbo Gao, Haris Sarwar. Municipal solid waste (MSW) pyrolysis for bio-fuel production: A review of effects of MSW components and catalysts. Fuel Processing Technology, Elsevier, Netherland, 2018. № 175, Pp. 131–147
7. Qiang Song, Hong-yu Zhao, Wen-long Xing, Li-hua Song, Li Yang, Di Yang, Xinqian Shu. Effects of various additives on the pyrolysis characteristics of municipal solid waste. Waste Management, Elsevier, Netherland, 2018. № 78, Pp. 621–629
8. Wenchao Maa, Gulzeb Rajputa, Minhui Pana, Fawei Lina, Lei Zhonga, Guanyi Chen. Pyrolysis of typical MSW components by Py-GC/MS and TG-FTIR. Fuel, Elsevier, Netherland, 2019, № 251, Pp. 693–708
9. M.D. Meena, R.K. Yadav, B. Narjary, Gajender Yadav, H.S. Jat, P. Sheoran, M.K. Meena, R.S. Anti, B.L. Meena, H.V. Singh, Vijay Singh Meena, P.K. Rai, Avijit Ghosh, P.C. Moharana. Municipal solid waste (MSW): Strategies to improve salt affected soilsustainability: A review. Waste Management, Elsevier, Netherland, 2019, № 84, Pp. 38–53
10. O.Tursunov, J.Dobrowolski, W.Nowak. Catalytic Energy Production from Municipal Solid Waste Biomass: Case Study in Perlis-Malaysia. World Journal of Environmental Engineering, Science and Education publishing (SciEP), Switzerland, 2015. vol. 3, N 1, Pp. 7-14
11. Peterson Obara Magutu and Cliff Ouko Onsongo. Operationalising Municipal Solid Waste Management. Integrated Waste Management, INTECH Open Access Publisher, London, 2011. – vol. 2, Pp. 3-10
12. N. Abduganiyev. Comprehensive study of the characteristics of household waste for the production of bioenergy. Traditional XVIII-year scientific-practical conference of young scientists, masters and gifted students on “MODERN PROBLEMS OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES”. Collection of articles 2019, Toshkent, Pp. 293-296(in Uzbek)
13. F. Rakhmatullaev, S. Turabdzhanov, L. Rakhimova, N. Kabilov. Process of pyrolysis processing of municipal solid waste and installation for its implementation. Universum; Chemistry and Biology, Moscow – 2021, N5 Pp. 43-46(in Russia)
14. Tursunov O, Dobrowolski J, Zubek K, Czerski G, Grzywacz P, Dubert F, Lapczynska-Kordon B, Klima K, Handke B. Kinetic study of the pyrolysis and gasification of Rosa Multiflora and Miscanthus Giganteus biomasses via thermogravimetric analysis. Thermal Science, Springer, Switzerland, 2018. № 22, Pp. 3057-3071
15. Obid Tursunov, Nurislom Abduganiev. A comprehensive study on municipal solid waste characteristics for green energy recovery in Urta-Chirchik: A case study of

- Tashkent region. Materials Today: Proceedings, Elsevier, Netherland, 2020. vol. 25, Pp. 67-71
16. Obid Tursunov, Jan Dobrowolski, Kazimierz Klima, Bogusława Kordon, Janusz Ryczkowski, Grzegorz Tylko, Grzegorz Czerski. The Influence of Laser Biotechnology on Energetic Value and Chemical Parameters of Rose Multiflora Biomass and Role of Catalysts for bio-energy production from Biomass: Case Study in Krakow-Poland. World Journal of Environmental Engineering, Science and Education publishing (SciEP), Switzerland, 2015. Vol. 3, No. 2, Pp. 58-66
 17. Tursunov O, Dobrowolski J, Zubek K, Czerski G, Grzywacz P, Dubert F, Lapczynska-Kordon B, Klima K, Handke B. Kinetic study of the pyrolysis and gasification of Rosa Multiflora and Miscanthus Giganteus biomasses via thermogravimetric analysis. Thermal Science, Springer, Switzerland, 2018. № 22, Pp. 3057-3071
 18. Sanlisoy, M.O. Carpinlioglu. A review on plasma gasification for solid waste disposal. International Journal of Hydrogen Energy, Elsevier, Netherland, 2017. № 42 Pp. 1361-1365
 19. O. Tursunov, J. Dobrowolski, W. Nowak. Catalytic Energy Production from Municipal Solid Waste Biomass: Case Study in Perlis-Malaysia. World Journal of Environmental Engineering, Science and Education publishing (SciEP), Switzerland, 2015. Vol. 3, № 1, Pp. 7-14
 20. Demirbas A. Relationships between heating value and lignin, moisture, ash and extractive contents of biomass fuels. Energy Explor Exploit, SAGE journals, USA, 2002. № 20, Pp. 105–111.

Bogʻlanish uchun

1. Abduganiev Nurislom Nuritdin ugli, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers. basic doctoral student, Kori-Niyazi 39, index: 100000 tel: +99894 693-69-68 abduganiyevnurislom@tiame.uz.