

## ГИДРОТАҚСИМЛАГИЧ СУЮҚЛИК ОҚИМИНИ ДИНАМИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

Саидов С.А

ЎзР ФА М.Т. Ўрозбоев номидаги Механика ва иншоотлар сейсмик  
мустаҳкамлиги институти  
[sarvar\\_said@mail.ru](mailto:sarvar_said@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

Мақолада гидротақсимлагичнинг суюқлик сарфни аниқлаш математик модели, Matlab- Simulink дастурида динамик моделини тузиш ва симуляцияси масаласи кўрилган. Гидротақсимлагичдаги суюқлик оқими тадқиқ қилинган. Симуляция жараёнида золотникнинг тўлиқ очиқ, ёпиқ ва ярим очиқ бўлган ҳолатида суюқлик оқими, босим фарқлари натижалари олинган.

**Калит сўзлар.** золотник, гидротақсимлагич, суюқлик сарфи, Matlab-Simulink, статик тавсиф, суюқлик сарфи коэффициент.

## DYNAMICAL MODELING OF HYDRAULIC ACTUATOR FLOW RATE

Saidov S.A

Institute of Mechanics and seismic stability of structures named after M.T. Urazbaev  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

### ABSTRACT

The article considers the mathematical model of determining the liquid consumption of a hydraulic actuator, the creation and simulation of a dynamic model in the Matlab-Simulink program. The fluid flow in the hydraulic actuators was studied. During the simulation, the results of fluid flow and pressure differences were obtained in fully open, closed and half-open positions of the spool valve.

**Keywords.** spool valve, hydraulic actuator, flow consumption, Matlab-Simulink, static description, liquid consumption coefficient.

### КИРИШ

Замонавий саноат ишлаб чиқаришини гидравлик тизимлар ва электрогидравтоматикадан фойдаланишларсиз тасаввур қилиб бўлмайди. Бундай тизимларни лойиҳалашда тизимнинг ишончилиги, хавфсизлиги ва сифатини баҳолаш жуда муҳимдир. Бундай баҳолаш гидравлик узатмалар ва уларнинг асосини ташкил этувчи гидравлик тизим динамикасини ўрганиш асосида берилиши мумкин, бу эса гидравлика қурилмалари ва гидравлик узатмалар

билан автоматик бошқарув тизимларини яратишда якуний ҳисоблаш ва лойиҳалаш босқичи ҳисобланади. Тизимлар динамикасини математик моделлаштириш орқали ўрганиш мақсадга мувофиқдир, бу динамик тизимнинг хусусиятларини етарли даражада акс эттирувчи лойиҳалаштирилган тизимнинг математик моделини яратишга асосланади[1].

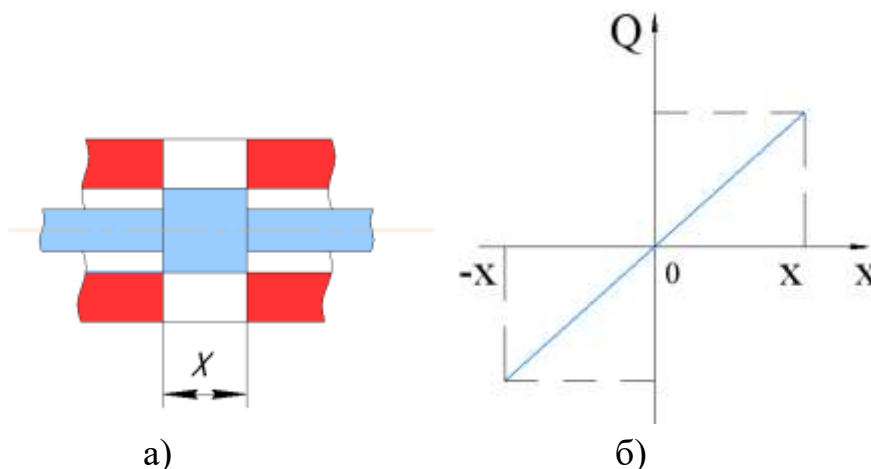
Математик моделни яратиш ва уни ЭҲМда тадқиқ қилиш учун тизимнинг гидравлик схемаси ва барча элементларини динамик хусусиятларини ҳисобга олиш асос бўлиб хизмат қилади. Ҳисоблашни соддалаштириш мақсадида гидравлик тизимнинг ўзаро боғланган мураккаб элементларини қисмларга ажратиш усулига асосланиб тизимли ёндашилади. Гидравлик тизимнинг барча элементлари алгебраик, дифференциал-интеграл тенгламалар кўринишида математик тавсифланиб, дастурий таъминот ёрдамида кейинги тадқиқотлар учун қулай шаклда тақдим этилади. Бундай воситалар сифатида MatLab-Simulink, MathCad, Maple ва бошқалар каби турли хил математик пакетлар ва дастурий таъминот тизимларидан фойдаланиш мумкин. Баъзи ҳолларда Paskal, Delphi, C+ каби турли дастурлаш тилларидан моделлаштириш муҳити сифатида фойдаланиш мумкин [2].

Машинасозликда гидравлик тизимнинг моделни ишлаб чиқиш ва лойиҳалашда тизимда содир бўладиган статик ва динамик жараёнларни аниқ билишимиз керак. Тизимнинг визуал синовлари жуда самарали бўлиб, экспериментал (дала, лаборатория) синовларга қараганда анча арзон ва кам вақт талаб қилади. Синовларни ўтказиш хона шароитида компьютерлар ва математик симуляция (MATLAB-Simulink) дастурининг мавжудлиги жуда мураккаб гидравлик тизимларни ҳам симуляция қилиш, синаб кўриш ва бажариш имконини беради.

**Асосий қисм.** Гидротақсимлагич - бу ташқи бошқарув киришига қараб икки ёки ундан ортиқ гидравлик линияларда ишлайдиган суюқлик оқимини йўналтириш (ва бу йўналишларни ўзгартириш) учун хизмат қилувчи гидравлик қурилма.

Гидротақсимлагич мураккаб гидравлик қаршиликлар таъсирида ишлайди. Шунинг учун тақсимлагичнинг зичловчи элементларнинг герметиклиги таъминланиши керак. Агар герметиклик таъминланмаса, ишчи суюқлик гидротақсимлагичдан ўтганда энергия йўқотишлари содир бўлади, яъни суюқлик томонидан узатиладиган механик энергиянинг бир қисми зичловчи элементлардан сизиб чиқиб, энергиянинг йўқотилишига сабаб бўлиши мумкин. Шунинг учун, гидравлика тизимларининг ҳисоб-китобларини амалга оширишда гидротақсимлагичнинг гидравлик хусусиятларини билиш керак, уларга қуйидагилар қиради:

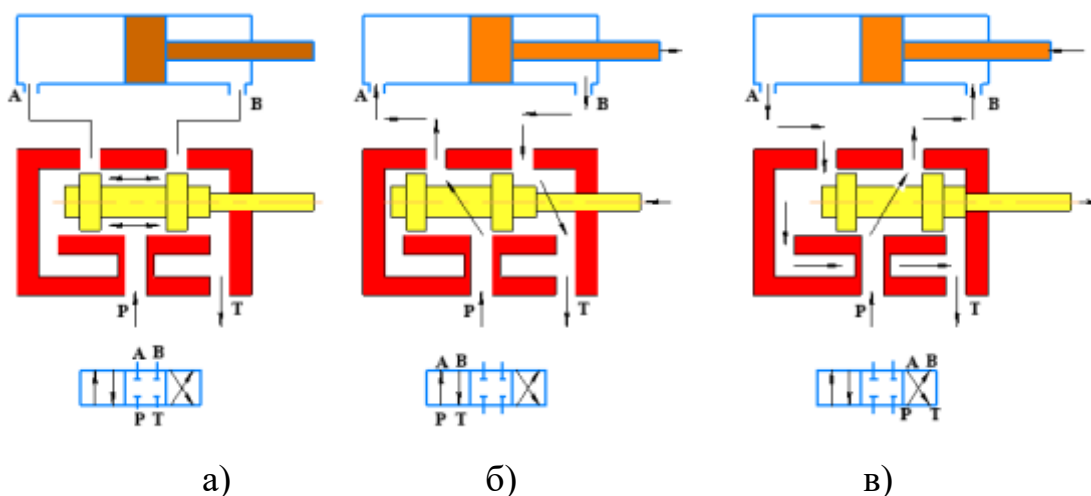
$\Delta p = f(Q)$  - тизимдаги босим фарқи характеристикаси ( $\Delta p$  – тақсимлагичдаги босим фарқи,  $Q$  - суюқлик оқими).



1-расм. Золотникнинг а) конструкцияси б) статик характеристикаси

Золотник нафақат оқим йўналишини ўзгартирибгина қолмай, балки ташқи таъсирларга мувофиқ ишлайдиган суюқликнинг оқими ва босимини ҳам тартибга солади. Бундай тақсимлагич золотниги сон-саноксиз оралик позицияларга эга бўлиши мумкин (2- расм а), б), в) - расм)[3].

Бошланғич позицияда тақсимлагичга келувчи барча А, В, Р ва Т портлар бир-биридан узилган, яъни беркитилган (2-расм, а). Золотник чапга сурилганда тақсимлагич иккинчи позицияга ўтади, бунда Р ва А, В ва Т портлар ўзаро жуфт-жуфт боғланади (2-расм, б). Золотник ўнгга сурилиб, учинчи позицияга ўтади ва Р ва В, А ва Т линиялар боғланади (2-расм, в). Бундай тақсимлагични кўпинча реверсив деб номланади, чунки у ижро органларининг йўналишини ўзгартириш ва уларни тўхтатиш учун хизмат қилади. Тақсимлагичнинг суюқлик сарфини аниқлаш тақсимлагичнинг умрбоқийлигини оширишга хизмат қилади.



2-расм. Золотникли гидротаксимлагичнинг ишлаш принципи:

а) берк холат; б ва в) очик холат.

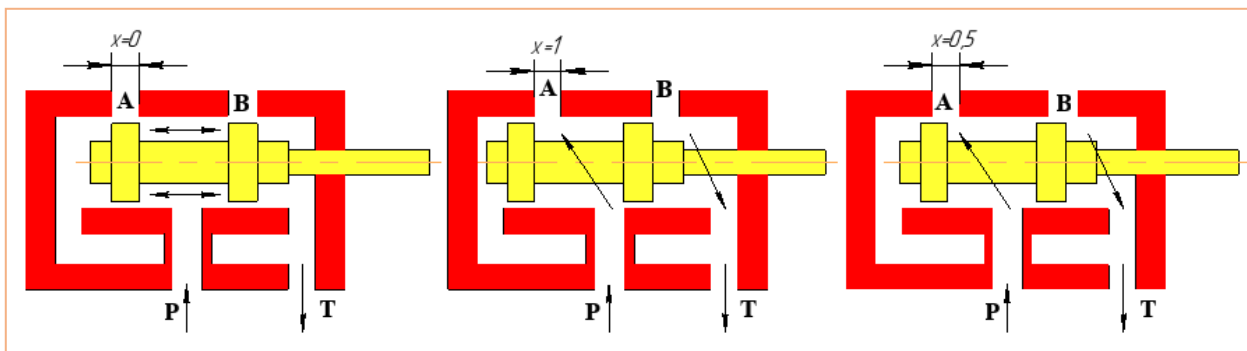
**Математик модел.** Золотникдан ўтган суюқлик сарфи қуйидагича аниқланади:

$$Q_1 = c_d A x \sqrt{\frac{2}{\rho} p_s - p_A} \quad (1)$$

бу ерда  $c_d$  – суюқлик сарфи коэффициентлари;  $A$  – золотник тирқиши юзаси;  $\rho$  – ишчи суюқлик зичлиги;  $p_s$  – киришдаги босим;  $p_A$  – чиқишдаги босим,  $x$  – золотникнинг тирқишга нисбатан жорий ҳолатидаги силжиши.

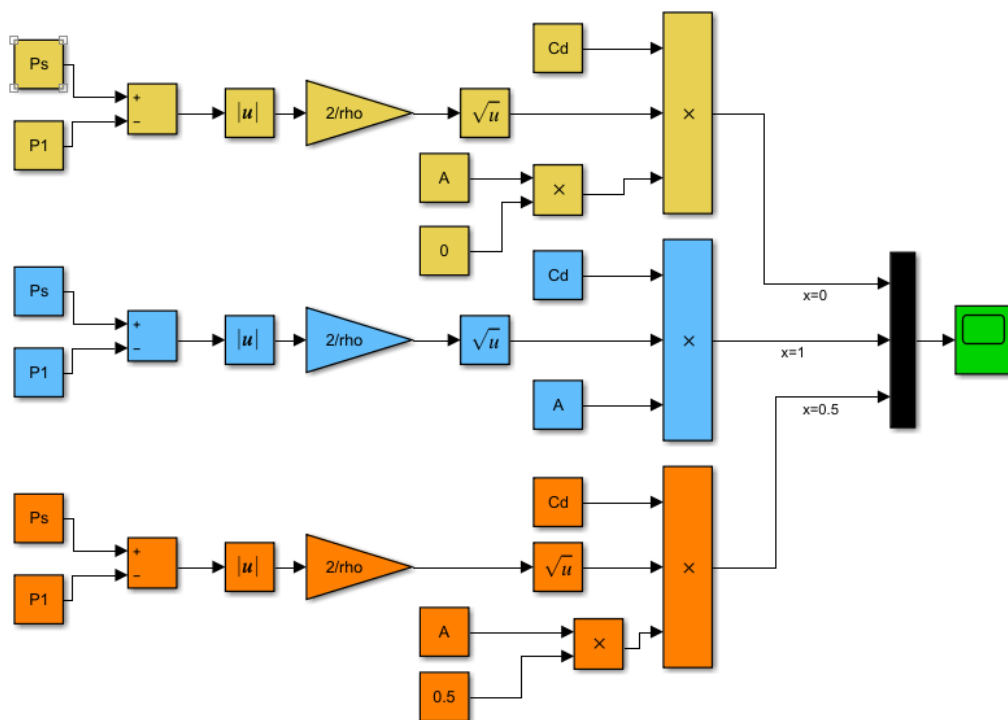
**Simulink модел.** Замоновий компьютер технологияларининг кенг ривожланиши билан мураккаб техник тизимларни лойиҳалашда муаммоларни ҳал қилишга ёндашувлар сезиларли даражада ўзгарди. Энг истиқболли дастур пакетларидан бири кенг ривожланган кенгайтмали MATLAB пакети (Toolboxes) ва Simulink пакети. MATLAB-Simulink муҳити тадқиқотчига тизимнинг структуравий (математик) тасвирдан тортиб реал вақт режимида тизим прототипини яратишгача бўлган турли имкониятларни тақдим этади [4,5].

Ишчи суюқлик кўпинча тақсимлагичдан битта позицияда бўлганда суюқлик икки марта оқиб ўтади: биринчиси гидроцилиндр томонга ва гидроцилиндрдан гидравлик бакка. Оқимнинг характеристикаларини олишда суюқликнинг тақсимлагичдан бир марта ўтишида ҳам (масалан, P киришдан A чиқишга) аниқлаш мумкин.



3-расм. Золотникнинг очилиш ҳолати

Тизимдаги суюқлик сарфи ифодаси (1) бўйича Simulink модел ишлаб чиқамиз (4-расм). Золотникнинг тўлиқ берк ҳолати, тўлиқ очик ҳолати ва ярим очилган ҳолатини кўриб чиқамиз (3-расм). Шу учта ҳолат учун Simulink дастурида тизимнинг суюқлик сарфи (оқими) моделини тузамиз.

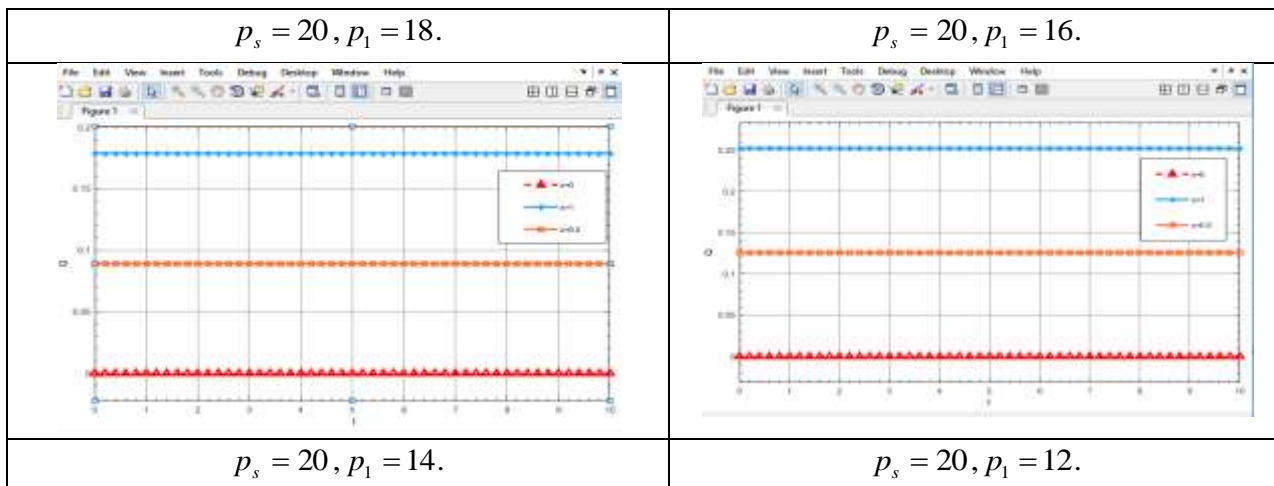


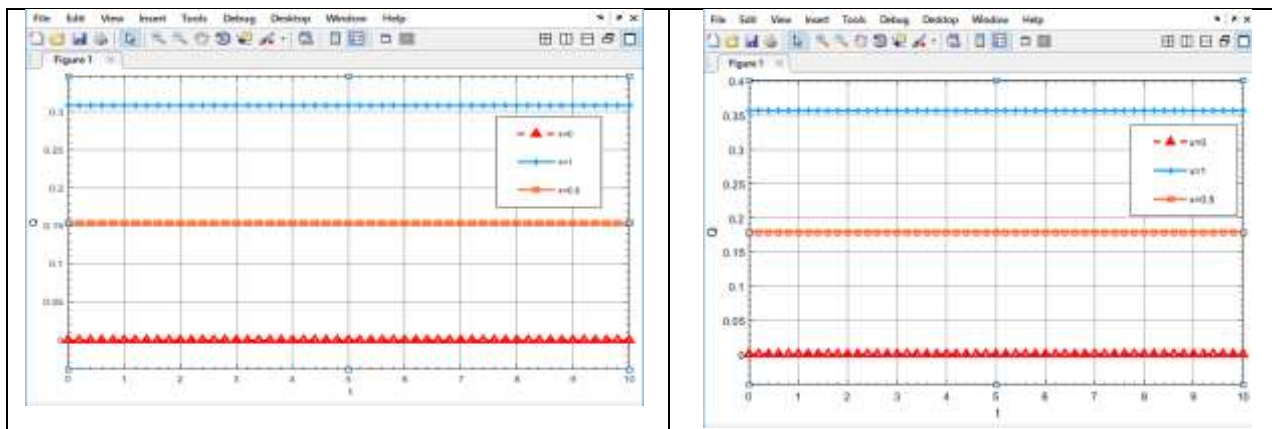
4-расм. Гидротақсимлагичнинг суюқлик сарфини аниқлаш Simulink модели

**НАТИЖАЛАР**

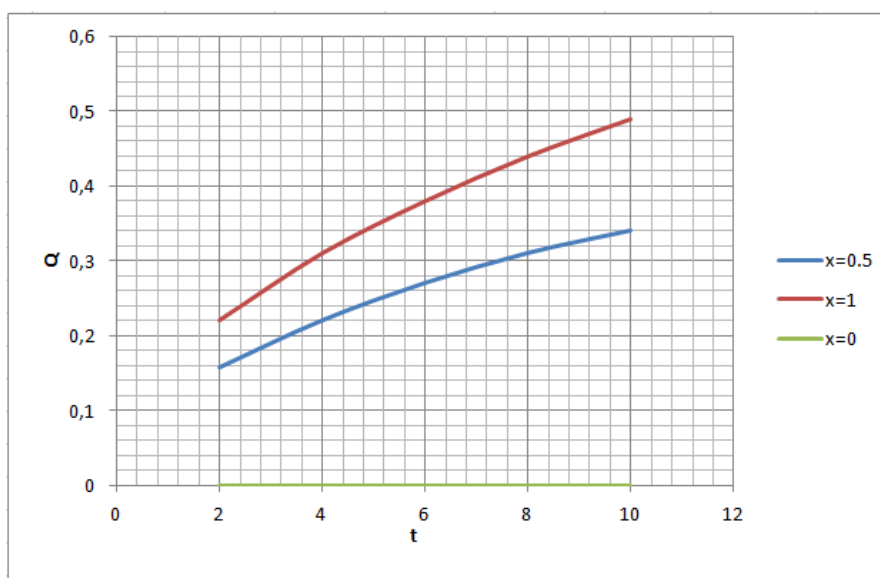
Гидротақсимлагич золотниги тирқишининг берк холати, тўлиқ очилган холати ва ярим очилган холатдаги симуляция олинди. Суюқлик сарфи коэффиценти  $c_d = 0,8$  ва тақсимлагич тирқиши юзаси  $A = 1,36 \cdot 10^{-4} m^2$ , босим фарқи  $\Delta p = 2;4;6;8$  қийматларидаги натижалари олинди (1-жадвал).

1-жадвал - гидротақсимлагич золотниги тирқишининг берк холати, тўлиқ очилган холати ва ярим очилган холатдаги суюқлик сарфининг вақт бирлигидаги ўзгариши





Олинган натижалар асосида тизимдаги босим фарқи  $\Delta p$  нинг вақтга боғлиқлик ҳолатида суюқлик оқими (сарфи) натижалари олинди (5-расм).  $\Delta p = f(Q)$  - тизимдаги босим фарқи характеристикаси графиги қурилди ( $\Delta p$  – тақсимлагичдаги босим фарқи,  $Q$  - суюқлик оқими).



5-расм. Тақсимлагичдаги босим фарқига боғлиқ ҳолда вақт бирлигидаги суюқлик сарфи

## ХУЛОСА

Золотникли гидротаксимлагичнинг суюқлик сарфини аниқлаш математик модели, Matlab- Simulink дастурида динамик моделини тузиш ва симуляцияси масаласи кўрилди. Гидротаксимлагич золотниги тирқишининг берк ҳолати, тўлиқ очилган ҳолати ва ярим очилган ҳолатдаги симуляция тадқиқ қилинди, натижалар олинди. Олинган натижалар асосида тизимдаги босим фарқи  $\Delta p$  нинг вақтга боғлиқлик ҳолатида суюқлик оқими (сарфи) графиги қурилди.

## АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Попов, Д. Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосисте. – М. : Машиностроение, 1977. – 424 с
2. Черных И. В. Simulink: среда создания инженерных приложений. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. - 496 с.
3. Черноволов В.А. Гидропневмопривод сельскохозяйственной техники. учебное пособие. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2020. –76 с.
4. Vijay Mishra, Dr.Sunil Chandel Modeling & parameterization of Directional Control Valves using Matlab-Simulink/Sim Hydraulics // International Journal of Engineering Technology Science and Research IJETSR [www.ijetsr.com](http://www.ijetsr.com) ISSN 2394 – 3386 Volume 5, Issue 3 March 2018, Pp. 748-755.
5. Руппель А.А., Сагандыков А.А., Кобытов М.С. Моделирование гидравлической системы в матлабе: Учебное пособие. - Омск: СибАДИ, 2009. - 172с.