

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT  
ARHITEKTURA-QURILISH INSTITUTI**

**ME'MORCHILIK va QURILISH  
MUAMMOLARI**  
(ilmiy-texnikjurnal)

**ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА**  
(научно-технический журнал)

**PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION**  
(Scientific and technical magazine)

**2020, №1 (2-қисм)**  
2000yildan har 3 oyda birmarta chop etilmoqda

**SAMARQAND**



# ME'MORCHILIK va QURILISH MUAMMOLARI

## ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

(ilmiy-texnik jurnal)  
(научно-технический журнал)  
(Scientific and technical magazine)

2020, № 1  
2000 yildan har 3 oyda  
bir marta chop etilmoqda

Журнал ОАК Ҳайъатининг қарорига биноан техника (қурилиш, механика ва машинасозлик соҳалари) фанлари ҳамда меъморчилик бўйича илмий мақолалар чоп этилиши лозим бўлган илмий журналлар рўйхатига киритилган (гувоҳнома №00757. 2000.31.01)

Журнал 2007 йил 18 январда Самарқанд вилоят матбуот ва ахборот бошқармасида қайта рўйхатга олиниб 09-34 рақамли гувоҳнома берилган

**Бош муҳаррир (editor-in-chief)** - т.ф.н. доц. С.И. Аҳмедов  
**Масъул котиб (responsible secretary)** – т.ф.н. доц. Т.Қ. Қосимов

**Таҳририят ҳайъати (Editorial council):** м.ф.д., проф. М.Қ. Аҳмедов; т.ф.д., проф. С.М. Бобоев; т.ф.д., проф., академик А. Дасибеков (Қозоғистон); т.ф.д., проф., А.М. Зулпиев (Қирғизистон); и.ф.д., проф. А.Н. Жабриев; т.ф.н., к.и.х. Э.Х. Исаков (бош муҳаррир ўринбосари); т.ф.д. К. Исмаилов; т.ф.н., доц. В.А. Кондратьев; т.ф.н., доц. А.Т. Кулдашев (ЎзР Қурилиш вазирлиги); м.ф.д. проф. Р.С. Муқимов (Тожикистон); т.ф.д. проф. С.Р. Раззоқов; УзР.ФА академиги, т.ф.д., проф. Т.Р. Рашидов; т.ф.д., проф. Х.Ш. Тўраев; м.ф.д., проф. А.С. Уралов; т.ф.н. доц. В.Ф. Усмонов; т.ф.д., проф. Р.И. Холмуродов; т.ф.д., проф. И.С. Шукуров (Россия, МГСУ); т.ф.д., проф. А.А.Лapidус (Россия, МГСУ); т.ф.д., проф. В.И.Римшин (Россия); т.ф.д., проф. Ж.Н.Низомов (Тожикистон ФА мухбир аъзоси); т.ф.д., проф. И.Каландаров (Тожикистон ФА мухбир аъзоси).

Таҳририят манзили: 140147, Самарқанд шаҳри, Лолазор кўчаси, 70.  
Телефон: (366) 237-18-47, 237-14-77, факс (366) 237-19-53. [ilmiy-jurnal@mail.ru](mailto:ilmiy-jurnal@mail.ru)

Муассис (The founder): Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Обуна индекси 5549

© СамДАҚИ, 2020

## ИНЖЕНЕРЛИК ТАРМОҚЛАРИ ҚУРИЛИШИ СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

УВК 627.67

### РАСЧЕТ МУТНОСТИ ВОДЫ ПРИ НЕОДНОРОДНЫХ ДОННЫХ НАНОСАХ

Эшев С.С., д.т.н., профессор; Рахматов М.И., к.т.н., доцент; Рахимов А.Р., докторант;  
Каршинский инженерно-экономический институт

В работе предлагается алгоритм расчета мутности воды при неоднородных донных наносов в водотоках под волнами на течении. Методика предназначена для неразрушенных волн и относительно слабых течений в больших земляных каналах и проточных водохранилищах.

The paper proposes an algorithm for calculating the turbidity of water in heterogeneous bottom sediments of watercourses under the waves in the flow. The technique is intended for undisturbed waves and relatively weak currents in large earthen channels and flowing reservoirs.

Морфодинамика рельефа дна водотоков во многом определяется характером перемещения наносов на дне под воздействием волн и течений. Строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений невозможно без учета процесса перемещения наносов.

Значительная часть песчаных наносов во время движения потока переносится во взвешенном состоянии, поэтому понимание закономерностей их взвешивания и особенностей пространственного распределения необходимо для достоверных расчетов потока наносов. Одной из приоритетных современных проблем исследования водотоков является описание изменчивости поля концентрации взвешенных наносов.

В данной статье представлен расчет мутности воды при неоднородных донных наносах в водотоках под волнами на течении. Методика предназначена для неразрушенных волн и относительно слабых течений, предполагается, что профиль переносной скорости по глубине равномерный. Используется представления диффузионной модели движения взвешенных наносов, в соответствии с которым задача о профиле концентрации разделяется на две части: определение относительной концентрации и отыскание нормирующего значения - концентрации на определенном горизонте, а также метод эффективного придонного касательного напряжения, подробно рассмотренный в [1; 2]. Учитывается состояние дна (плоское / рифельное).

Предлагаемый алгоритм вычисления вертикального профиля концентрации взвешенных наносов получен на основе экспериментальных исследований автора и состоит из следующих этапов.

1. Гидравлическая крупность наносов  $w$  определяется по как:

$$w = 10^{-\left[0,447 \lg^2 d + 1,960 \lg d + 2,736\right]}, \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр частичек наносов.

2. Длина волн,  $L$  для условия без течения определяется из известного дисперсионного соотношения:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} th\left(2\pi \frac{h}{L}\right) \quad (2)$$

где  $T$  – период волн,  $h$  – глубина воды. А для вычисления длины волн на течении,  $L_c$  использовалось уравнение, получаемое из условия сохранения частоты волн [2;3]:

$$L' = L_c \frac{U'L' + \sqrt{L' th(L'kh) - 1}}{U' + \frac{th(L'kh) + \frac{L'kh}{ch^2(L'kh)}}{2\sqrt{\frac{L' th(L'kh)}{th(kh)}}}} \quad (3)$$

где:  $L' = L/L_c$ ,  $U' = U_c/c$ ,  $c = L/T$  – фазовая скорость для волн без течения,  $k = 2\pi/L$  – волновое число для волн без течения,  $U_c$  – средняя по глубине скорость течения.

Здесь под «условиями без течения» понимаются параметры волн в системе координат, двигающейся вместе с течением.

3. Максимальная придонная волновая скорость  $U_b$  определяется по известной зависимости линейной теории волн малой амплитуды:

$$U_b = \frac{\pi H}{T_r sh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)} \quad (4)$$

где  $T_r$  – период волн в системе координат течения,

$$T_r = \frac{L_c}{\frac{L_c}{T} - U_c} \quad (5)$$

$H$  – высота волн.

4. Устанавливается состояние рельефа дна, область, внутри которой дно всегда имеет рифельную форму, определяется ограничениями, найденными в [1]:

$$\exp\left(5,3 + 217\left(\frac{a_w}{d}\right)^{0,75}\right) > f_p >$$

$$> \exp\left(1,8 + 10^{-2}\left(\frac{a_w}{d}\right)^{0,6}\right) - 4,6 \quad (6)$$

Здесь:  $a_w = \frac{U_b T_r}{\pi}$  - орбитальный диаметр движения частиц жидкости у дна,  $f_p = U_b^2 / g d \rho_*$  - параметр подвижности,  $\rho_* = (\rho_s - \rho) / \rho$ ,  $\rho_s$ ,  $\rho$  - плотность материала наносов и воды, соответственно,  $g$  - ускорение силы тяжести. Вне этой области донные рифели либо не возникают, либо стертые.

5. Размеры данных рифелей ( $\lambda_r$  - длина рифелей,  $\Delta_r$  - высота рифелей) задаются по результатам измерений или рассчитываются. Метод расчета донных рифелей под волнами на течении обсуждается в [5].

Параметр донной шероховатости при рифельном дне определяется по формуле:

$$r = 25 \frac{\Delta_r^2}{\lambda_r} \quad (7)$$

6. Волновой коэффициент трения,  $f_w$  определяется по полуэмпирическому уравнению [2]:

$$\frac{1}{4\sqrt{f_w}} + \lg \frac{1}{4\sqrt{f_w}} = -0,08 + \lg \frac{a_w}{r}$$

если  $\frac{a_w}{r} \geq 1,7$  (8)

$$f_w = 0,28 \quad \text{если} \quad \frac{a_w}{r} < 1,7$$

7. Безразмерный коэффициент Шези определяется по разному для крупных наносов, перемещаемых по дну ( $d_* \geq 60$ ), и взвешенных наносов ( $d_* \leq 1$ ):

$$C_h = \begin{cases} 5,75 \lg\left(\frac{11h}{d}\right), & d_* \geq 60 \\ 5,75 \lg\left(\frac{11h}{r}\right), & d_* \leq 1 \end{cases} \quad (9)$$

где  $d_* = (\rho_* g / \nu^2)^{1/3} d$  - безразмерный (седиментологический) диаметр наносов,  $\nu$  - кинематическая вязкость воды. Для промежуточных седиментологических диаметров,  $1 < d_* < 60$ , коэффициент Шези определяется линейной интерполяцией значений, получаемых по верхней и нижней формулам (9).

8. Средняя за период волн эффективная динамическая скорость под волнами на течении определяется как:

$$U_{*wc}^2 = \left(\frac{U_c}{C_h}\right)^2 + W_{wc}^2 \frac{f_w}{2} \frac{U_b^2}{2} \quad (10)$$

$$W_{wc}^2 = 0,65 th(0,0392 d_*) + 0,06 \quad (11)$$

9. Определяется придонное граничное условие для концентрации наносов - концентрация  $c_a$  на горизонте  $a$ :

$$a = 7,1 \left[ h \left( \frac{v^2}{\Delta^{1/2} g} \right)^{1/3} \right]^{1/2} \quad (12)$$

$$c_a = A u_{*wc}^3 g^{-1} \left( \frac{g}{\Delta v^2} \right)^{1/3} w^{-1} \quad (13)$$

где, коэффициент  $A$ , как установлено на основе анализа данных полевых измерений и лабораторных опытов [1], равен  $A = 5,2 \cdot 10^6$ .

10. Для определения распределения взвеси по глубине используется классическая диффузионная теория, согласно которой коэффициент диффузии имеет следующий вид распределения по глубине:

$$\varepsilon_z = \begin{cases} 4 \frac{z}{h} \left(1 - \frac{z}{h}\right) \varepsilon_{z,max} & \text{для} \quad \frac{z}{h} < 0,5 \\ \varepsilon_{z,max} = 0,25 k U_{*wc} h & \text{для} \quad \frac{z}{h} \geq 0,5 \end{cases} \quad (14)$$

11. Осредненные за период волн относительные значения концентрации определяются по формуле:

$$\frac{c(z)}{c_a} = \exp\left(-w \int_a^z \frac{1}{\varepsilon_z} dz\right) \quad (15)$$

Пересчет в абсолютные значения концентрации производится с помощью известного граничного условия из п.9.

Представленный алгоритм проверен сопоставлением с данными лабораторных и натурных измерений.

Приведем пример для расчета мутности воды при неоднородных донных наносах (концентрации взвешенных наносов) для выделенных контрольных створов канала Миришкор с учетом совместного воздействия ветровых волн и течений и реального гранулометрического состава донных наносов.

Исходными данными для расчетов являются: скорость течения 0,6 м/с; глубина воды 3,8 м; высота наносодвижущих волн 0,17 м; период наносодвижущих волн 2,15 с; средний диаметр донных наносов и кривая гранулометрического состава принималась в соответствии с измеренными характеристиками фракционного состава.

На рис.1 показано расчетное распределение мутности по глубине потока в г/л для створа 1, а на рис.2 - то же для створов 2; распределение мутности усреднено за период волн, хотя расчет позволяет получить и мгновенные значения, в том числе максимальные.

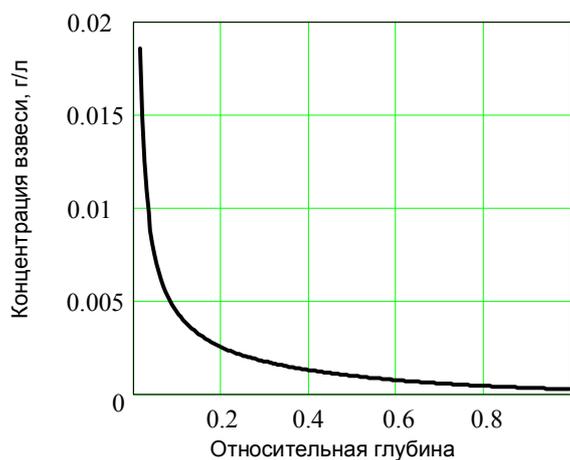


Рис.1. Расчетное распределение концентрации взвеси по глубине для створа 1

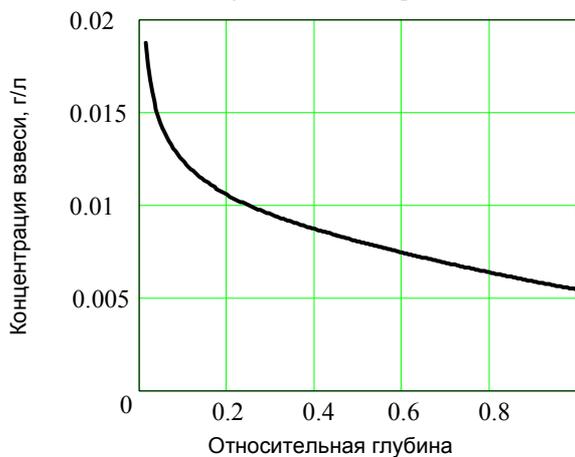


Рис.2. Расчетное распределение концентрации взвеси по глубине для створов 2; 3

УДК № 628.

### АВТОМОБИЛ ЮВИШ ШАХОБЧАЛАРИ ОҚОВА СУВЛАРИНИ ҚАЙТА ФЙДАЛНИШ УЧУН ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚ ВА ҚУРИЛМАСИ ЛОЙИХАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Халилов. Н. и.ф.н., доцент; Уракова Н., магистр Халилов. Ш., талаба  
Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Сорбентларнинг ҳар хил ўзгаришларини қўллаш билан оғир металллардан оқова сувларни тозалашнинг сорбционли усулларининг қиёсий и кўрсатдики, яъни энг қўлай ва самарали сорбентлар сифатида табиий материаллар ва чиқиндилар ишлатилади. Олинган сорбентларнинг ўзгариши нефт маҳсулотлари ва оғир металллардан сувларни тозалашда биосорбционли комплекс учун самаралидир. Нефт маҳсулотлари, феноллар ва оғир металллардан сувларни тозалашда ҳаммасидан кўра самарали, тупроқ ва қўшимчани қўллаш билан қирик асосидаги комплекс ўзгартирилган сорбентлар экан. Нефт маҳсулотлари, феноллар, сирти фаол моддалар (ПАВ) ва оғир металллардан машиналарни ювиш шаҳобчаси оқова сувларини самарали тозалаш учун биосорбционли модулни ишлатиш билан оқова сувларни маҳаллий тозалаш тизимларининг тасвири ишлаб чиқилган.

Сравнительный анализ сорбционных методов очистки сточных вод от тяжелых металлов с применением различных модификаций сорбентов показал, что в качестве сорбентов наиболее выгодно и эффективно использовать природные материалы и отходы. Получены модификации сорбентов для биосорбционного комплекса, эффективные в очистке воды от нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов. Наиболее эффективным в очистке воды от нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов оказался комплекс модифицированных сорбентов на основе глины и опилок с применением добавок. Разработана схема локальной системы очистки сточных вод с использованием биосорбционного модуля для эффективной очистки сточных вод автомоек от нефтепродуктов, фенолов, ПАВ и тяжелых металлов.

The Benchmark analysis sorbent methods peelings sewages from heavy metal with using different modification sorbent has shown that as sorbent most advantageously and effectively use the natural material and

Полученные значения концентрации взвеси хорошо соответствуют данным измерений мутности в исследуемом водотоке.

Выше приведенные алгоритм вычисления вертикального профиля концентрации взвешенных наносов могут быть использованы для решения практических задач, связанные расчетами взвешенными наносами в больших каналах и проточных водохранилищах.

#### Литература:

1. Анцыферов С.М., Кантарджи И.Г. Придонное граничное условие для расчета концентрации наносов, взвешенных волнами и течением // Океанология. 2000. Т. 40. №4. с. 606-613
2. Эшев С.С. Расчет деформируемых больших земляных каналов в условиях нестационарности водного потока. Монография. Ташкент, «Vorish-nashriyot», 2018.- 168 с.
3. Kantardgi I.G. Wave-Current Interaction. Fundamental Problems and Applications in Coastal Engineering. // Proc. of International MEDCOAST Conf. on Wind and Wave Climate of the Mediterranean & the Black Sea, 30 March - 2 April 1999, Antalya, Turkey, 1999. MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, p. 361-375
4. Kantardgi I., Antsyferov S. Development of Suspended Sediment Modelling under Waves and Current Co-Action. // Proc. Int. Workshop on Beaches of the Mediterranean & the Black Sea. 2002. MEDCOAST. P. 133-144.
5. Kantardgi I., Antsyferov S. Development of Coastal Sediment Modelling. Waves and Current Co-Action. // Proc. Fifth Int. Conf. on Coastal and Port Engrg. in Developing Countries COPEDEC V. 1999. Cape Town. V.1. p. 103-114.

waste. Modification sorbent are Received for bio сорбционного complex efficient in clear of water from oil of the products and heavy metal. The most efficient in clear of water from oil of the products, phenols and heavy metal turned out to be the complex modified sorbent on base of the clay and опилок with using the additives. The Designed scheme of the local system peelings sewages with use bio сорбционного module for efficient peelings of the sewages auto washer from oil of the products, phenols, SUNG and heavy metal.

Авто мойкаларнинг оқова сувлари таркибини мураккаблиги ва саноат оқоваларининг тозалаш жараёнини мураккаблиги унда феноллар, оғир металллар, сирти фаол моддалар ПАВ, муаллақ дисперс моддалар каби ифлосликлар мавжудлигига боғлиқ бўлади. Агар йирик дисперсли аралашма бўлса, механик усул билан сувлардан чиқариш мумкин бўлади, унда микро эмульсияни парчалаш учун сувли эритиш компонентларини олиш сорбция жараёнининг энг яхши самарасини беради.

Машиналар органик ва органик бўлмаган ифлосликлардан (кум, глина, қушлар ахлати, нефт маҳсулоти доғлари, барглар, ўт поялари, ҳар хил уруғлар, майда ҳашорат ўликлари) ювилиши натижасида машиналар ювиш шаҳобчасига киради.

Шу кунга қадар ватанимиз ва чет элларда авто мойкаларнинг оқова сувларини тозалашда бир нечта усуллар кенг миқёсда ишлатилиб келинмоқда ва улар қўйидагилар: механик тозалаш, биологик тозалаш, физик – кимёвий усуллар, адсорбция, физик адсорбция, кимёвий адсорбция, ион алмашилиш усули, коагуляция ва флокуляция усули, ультрафилтрация, гиперфилтрация усули.

Агар айланма сув машиналар ювиш шаҳобчасида ишлатилса, қачонки ифлос сувлар тиндирилдиган жойда сиғим бўлиши керак. Бу сиғимда ҳар доим ҳарорат ижобий бўлиши керак. Сабаби мана шу ерда бактериялар ривожланиши бошланади, улар кўпайишни бошлайди ва сувда ёқимсиз ҳид ва батқоқ ранги ҳосил қилади.

Бундан ташқари, кейинги машиналар тоза ювилмайди, насослар ва сув сачратгичлар тезда ишдан чиқади. Натижада машиналар ювиш шаҳобчаси ёмон номни олади ва бу бактериялар атрофга тарқалади.

Бу сувларни тозалаш учун тиндириш, механик тозалаш, сорбция ёки филтрлаш, дистиллаш, кимёвий тозалаш, биологик иншоотларини куришга олиб келади. Бу эса маҳаллий тозалаш иншоотининг таннархини ошириб юборади. Кўпгина статик маълумотларга кўра машиналарни ювиш шаҳобчаларида асосан сувнинг 80% айланма сув сифатида ишлатилади ва тозалаш натижасида йўқолган яъни етишмаган 20% эса янги сувни ташкил қилади.

Нефт маҳсулотларидан иборат оқова сувларни тозалаш иккита омилга боғлиқ, биринчиси сувларнинг дастлабки ифлослигига ва иккинчиси уларни тиндириш муддатига. Қўшимча муддатини ортиши самарадорлигини оширмайди, бироқ пасая бошлайди. Бу дастлабки

сузиб юрувчи глобулларни эришига боғлиқ. Туплагичларда буларни узоқ вақт бўлиши нефт маҳсулотларининг мустақил равишда биокимёвий бўлинишга олиб келмайди. Натижада тинитишнинг ҳал қилувчи таъсири, нефт маҳсулотларининг эмульгированли фракциялари ўлчами 0,1 дан 100 мкм гача оралиқда бўлади. Нефт маҳсулотлари улушининг ўзгариши тинитиш муддатига боғлиқ.

Барча ҳолатларда дастлабки 15 – 20 – минут давомида нефт маҳсулотлари улуши 90 – 95% га камаяди, яъни оқовалардаги йирик дисперсларнинг анча миқдорни ташкил қилади. Шу билан бирга оқоваларда нефт миқдори анча миқдорда қолади. Кейинги тинитишни, яъни 1,5-2 соатдан кўп давом эттириш натижасида кичик самарадорликга эришилади.

Нефт маҳсулотларини тутгичда ушлаб қолинган чўкмаларни намлиги 90 – 95% бўлади ва 25% атрофидаги чўкма тезгина зичланади ҳамда лойиҳалашда чўкма қатлами ҳаммаси бўлиб 0,1 метр қилиб лойиҳаланади. Сузиб юрувчилари эса тешик орқали қувурга тушади ва у ердан олиб керакли жойга кетилади. Енгил буғланадиган нефт маҳсулотлари нефт тутгичлар орқали бензомасло тутгичларга чиқазилади.

Нефт тутгичлардаги жараёнларни тезлаштириш мақсадида коагулянт ва флокулянтлар ишлатилади. Бу коагулянт ва флокулянтларни ишлатилиши тозалаш иншоотининг мураккаблиги ва қурилма таннархини оширишга олиб келади. Сувсиз органик коагулянтлар улуши 1,0 – 2,0 мг/л ва органик бўлмаган коагулянтлар улуши 35 – 50 мг/л ни ташкил қилади.

Санитар – гигиеник тадқиқотларга мувофиқ, авто мойкалардан ҳосил бўладиган оқова сувларга қуйидаги ифлословчи моддалар бензин, керосин, сульфат ангидрид ва сульфид ангидрид, нитрит ва нитратлар, сульфатлар, темир, марганецлар таъсир қилади. Юқорида санаб ўтилган моддалар одамлар соғлигига ҳаммасидан кўпроқ сальбий таъсир қилади. Сув ҳавзаларига тушганда, тирик организмларга ва сувларнинг сифатига ёмон таъсир қилади.

Юқори сифатли қурилма, замонавий сорбцион филтрлар ва уларни модификациялаш асосида сувлардан нефт маҳсулотларини чиқаришда сорбентлар фаоллигини ошириш натижасида эришиш режалаштирилади ва тадқиқотлар натижасида сорбционли комплекслар кўпроқ самаралидир. Биосорбцион филтрлар асосида нефт маҳсулотларидан иборат сувларни маҳаллий комплекс тозалашни ишлатиш, авто мойкаларнинг сувларини мувофиқ равишда

меъерий кўрсаткичларгача тозалашга олиб келади. Сув ресурсларини тежаш мақсадида айланма сув таъминотининг ёпиқ занжирили тизимини тадбиқ этишни таклиф этамиз. Сувларни юқори даражада тозалашни натижасида авто мойкага қайта ишлатиш учун жуда қулай бўлади.

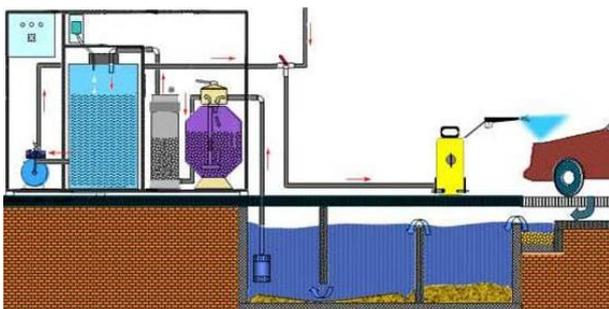
Ҳал қилиш сифатида, органик ифлословчи модда (нефт маҳсулотлари, феноллар) лардан ҳамда оғир метал ионларидан сувларни самарали тозалаш учун ўзгартирилган қипиқлар асосидаги сорбентларнинг ишлаб чиқилган комплексларини маҳаллий тозалаш иншоотларининг сорбционли модулидан фойдаланишни биз таклиф қиламиз.

Турли ўзгаришли табиий материаллар ва чиқиндилар асосида олинган сорбентлар билан фенолни модулли эритмасини тозалаш самарадорлиги Э и, 78% ўзгарган қипиқ асосда ташкил қилинган сорбент энг юқори самарадорли эканлигини кўрсатди (жадвал - №1). Бу сорбентнинг фенолдан сувларни тозалаш самарадорлиги, маълум сорбент – таққослаш учун эталон сифатида олинган фаоллаштирилган кўмир БАУ-А билан тозалаш самарадорлигини 3 мартага оширади. Ўзгартирилган пистачка пўчоғи сорбционли колонка орқали модели эритмани ўзқизишда феноллар сорбциясида нисбатан кам самарадоли эканлигини кўрсатади.

1-жадвал

Сорбцион колоннадаги ўзгартирилган сорбентлар орқали ўтқизишда фенолдан модели эритмани тозалаш самарадорлигини экспериментал аниқлаш.

Намуна №	Сорбент тури	Юклама оғирлиги, кг	Фенолни давтлабки улуши, мг/л	Фенолни колдик улуши, мг/л	Фенолдан модели эритмани тозалаш самарадорлиги Э, %
1	Хар хил ёғоч қипиқ ( $H_3PO_4$ )	1	220	51	75,6
2	Мевали пистачка ка пўчоғи ( $H_3PO_4$ )	1	220	183	17,6
3	Хар хил пўчок ( $H_3PO_4$ )	1	210	170,4	17,9
4	Хар хил қипиқ ( $H_3PO_4$ ) + курук қипиқ + доломит + оқ тупрок + сув	1	205	171,2	14,9



Биз ишлаб чиққан тозалаш тизимлари асосида, сорбентларнинг сорбцион хусусиятини яхшилайдиган қипиқ ҳамда турли фаол кўшимчалар асосида донадор комплексли тадқиқот натижасида олинган янги сорбентлар билан тўлдирилган кўп ярусли цилиндрик колонналар кўринишидаги модулли адсорберни олиш мумкин. Мавжуд оддий цилиндрик адсорбердан фарқли равишда, органик ифлословчи моддалардан (феноллар, нефт маҳсулотлар) ҳамда органик бўлмаган ифлословчилар асосан оғир метал ионларидан сувни тозалашда кўпроқ самарали ва селективли сорбентлар билан уч модулли блокларни қўллаш ҳисобига сорбционли тозалашнинг тезлатиришни биз таклиф қиламиз.

Таклиф қилинаётган сорбентлар, сувлар-

нинг сифатли тозалашни сақлашда, фаоллаштирилган кўмир ва силикагеллар кўринишидаги мавжуд ўхшашига нисбатан, арзонроқ ва кенг тарқалган хом ашёдан ташкил топган. Берилган сорбентларни, кичик автокорхоналар ҳамда нефтга ишлов бериш заводларининг фенол ва оғир металлларидан ва тўқимачилик корхоналарининг органик бўёқларидан оқова сувларни чуқур тозалаш учун тавсия қилиш мумкин.

#### Адабиётлар:

1. Минаков В.В. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений / В.В. Минаков, С.М.Кривенко, Т.О. Никитина // Экология и промышленность России, – 2002. – № 5. – С. 7–9.
2. Васильев А.П., Дингес Э.В. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) // Под ред. А.П. Васильева. – М.: Информавтод, 2004.-507 с.
3. Алыков, Н.М. Сорбционное удаление из воды ионов тяжелых металлов / Н.М. Алыков, А.В. Павлова, К.З. Нгуэн // Безопасность жизнедеятельности, – 2010. – № 4. – С. 17–20.
4. Даутова С.Н. Очистка сточных вод автомойки с обратным водоснабжением // Вестник магистратуры 2013, № 5(20).- г. Йошкар-Ола. С. 24-25.

## КЎП ҚАВАТЛИ ЯШАШ УЙ-ЖОЙЛАРНИ, МАЪМУРИЙ ВА ЖАМОА БИНОЛАРИНИ НОАНЪАНАВИЙ ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАИ ҲИСОБИДАН ИССИҚ ҲАВО ОРҚАЛИ ИСИТИШ

Хусанов Х.Г., доцент; Исмоилов А.И., ассистент; Маматов Б., магистр  
Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

XXI асрга келиб бутун дунё ер юзини глобал исиб кетиши оқибатида ер юзида иқлим ўзгаришини олдини олиш мақсадида ҳозирги кунда анъанавий иссиқлик энергияси ўрнига ноанъанавий қайта тикланувчи энергия манбаларидан кўпроқ иссиқлик энергиясидан фойдаланиш чоралари кўрилмоқда.

Аҳолини ва ишлаб чиқариш корхоналарини электр энергиясига ва иссиқликка бўлган эҳтиёжни қондириш асосий мақсад ҳисобланади. Ер юзида қуёш энергияси энг катта қувватга эга бўлиб барча фойдали ёнувчи қазилмалардан икки баробар кўплигини инobatга олсак, яъни аҳоли ва ишлаб чиқариш корхоналарини электр энергиясига ва иссиқликка бўлган эҳтиёжини тўлиқ қондириш мумкин.

Республикаимизда жуда кўплаб кўп қаватли яшаш уй-жойларни, маъмурий ва жамоа бинолари қурилаётганини ҳисобга олган ҳолда, иқлимимизга мос бўлган қайта тикланувчи энергия манбалари ҳисобига биноларни иссиқ ҳаво билан иситишни афзаллик томонлари ўрганиб чиқилди ва Сам ДАҚИ “ИГТ, В ва С” кафедраси ҳамда “Инносферапроект” МЧЖ биргаликда илмий тадқиқод ишлари олиб борилиб, кўп қаватли яшаш уй-жойларни, маъмурий, жамоа биноларни қуёш энергиясидан фойдаланган ҳолда иссиқ ҳаво орқали иситиш тизимлари лойихаланди.

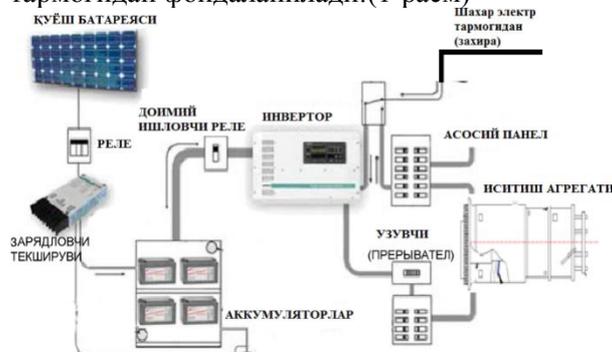
Лойихада бинони чордоғини ойнали (акфа ромли) билан ёпилиб ҳаво иситиш агрегатлари ўрнатилади. Улардан чиққан иссиқлик миқдори ҳисобига киш фаслида иссиқхона сифатида фойдаланиш мумкин.

Куз ва баҳор фаслларида иссиқхонага тушаётган қуёш нурлари ҳисобига қизиган ҳавони хоналарга ҳаво узатгичлар орқали тўғридан тўғри узатилади. Ташқи ҳаво совуганда, булутли кунларда ҳавони иситиш агрегати ишга туширилади. Ҳаво иситиш агрегатлари ташқи ҳаво ўзгаришига қараб уч хил тартибда ишлайди (баланд, ўрта, паст қувватлар).

Ёз фаслида қуруқ-иссиқ иқлимий шароитни бўлишини ҳисобга олган ҳолда, иссиқхонага ўрнатилган форсункалар орқали ҳавони намланади ҳамда совитилади. Ҳаво совитиш агрегатида ҳаво қўшимча керакли миқдорда совитилиб хоналарга ҳаво ўтказгичлар орқали узатилади.

Чордоқдаги кондицияланган ҳавони ҳаво ўтказувчилар орқали ҳар бир ҳонага узатиб, микроиқлим билан таъминланиб ҳавоси алмаштирилади. Ҳаво иситиш агрегатларини

электр энергия таъминоти қуёш батареялари орқали олинади. Захира сифатида шаҳар электр тармоғидан фойдаланилади. (1-расм)



1-расм. Иситиш агрегатларини электр энергияси таъминоти схемаси

Анъанавий усулда қурилган биноларнинг тўсиқ конструкциялари орқали йўқоладиган иссиқлик миқдори 2-расмда берилган.



2-расм. Бино конструкциялари орқали иссиқлик йўқолиши миқдори

Таклиф қилинаётган лойихани анъанавий усулларга нисбатан афзаллик томонлари куйидагича:

- хоналарни ҳавосини алмаштириш ва кондициялашни локаллаштириш;
- киш фаслида том ёпмадан иссиқлик йўқолмаслиги;
- ёз фаслида, юқори қаватлардаги хоналарга, том ёпмадан келадиган иссиқлик миқдоридан сақлаш;
- киш фаслида чордоқдан иссиқхона сифатида фойдаланиш;
- эксплуатация нархларини арзонлиги;
- сервис хизмат кўрсатиш соддалиги;
- тизимни хизмат қилиш даврининг давомийлиги;
- атроф муҳитни экологик жихатдан соф сақланишлиги;
- ҳар бир хонодонда икки контурли иситиш қозонлари ҳамда кондиционерлардан фойдаланиш зарурати йўқлиги ҳисобига электр энергия

хамда газ сарфини тежаш;

Юқорида қайд этилган афзалликларни ҳисобга олган ҳолда, тақдим этиладиган лойиҳа долзарб ҳисобланади.

#### Адабиётлар:

1. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси. 07.02.2017й.

2. Ўзбекистон Республикасининг 2030-йилгача ижтимоий-иқтисодий ривожланиш концепсияси. 15.10.2019 й.

3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Муқобил энергия манбаларини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги 2013 йил 11 мартдаги ПФ – 4512-сонли Фармони.

4. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2015 йил 2 мартдаги 36-сон буйруғи —Магистратура тўғрисидаги Низоми.

5. ГОСТ Р 51594-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

6. ГОСТ Р 51595-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Общие технические условия. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

7. ГОСТ Р 51596-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Методы испытаний. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

8. ГОСТ Р 51237-98. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999.

9. ВСН 52-86. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. - М.: Госгражданстрой, 1988.

10. Хошимов Ф.А., Таслимов А.Д. Энергия тежамкорлик асослаои. –Т.:”Борис нашриёти”, 2014.

11. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р., Потаенко К.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. –Т.: Изд-во «Фан ва технология», 2010.

12. ҚМҚ 2.01.01-94. Лойиҳалаш учун иқлимий ва физикавий геологик маълумотлар. Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қумитаси. – Тошкент, 1996.

УДК: 628.12. Н-79

## БИРИНЧИ КЎТАРУВ НАСОС СТАНЦИЯЛАРИДА НАСОС АГРЕГАТЛАРИ ИШИНИ МУКАММАЛЛАШТИРИШ

Мирзаев Абдиалим; Нодиров Дилшод; Норкулов Боходир

Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Бугунги кунда мамлакатимизнинг барча ҳудудларида айниқса дарё сувларида лойқалиги катта бўлган ҳудудларнинг сув узатувчи насос станциялари ва насослар ишлаш унумдорлигини пасайтирмасдан уларнинг ишлаш ярқилик муддатини узайтириш ва насослар ишини тадқиқ этиш бўйича ушбу мақолада тавсиялар берилган.

**Калит сўзлар:** насос агрегати; муаммони олдини олиш тадбирлари; аванкамера; захира агрегат; кавитация; эрозия; рўлмон чоғанок.

**Кириш.** Мамлакатимизнинг кўпчилик ҳудудларида ер сатҳи сув манбасидан баланд жойларни суғориш мақсадида насос станциялари ёрдамида сув кўтариб берилади. Дарё сувининг таркибидаги қум ва лойқаларнинг кўплиги оқибатида насосларнинг қобиғи яъни ички деворларини тезда емирилишига олиб келади, натижада насослар тезда ишдан чиқади. Бунинг олдини олиш мақсадида, насос станциясининг мукамал жойлашиш нуктасини танлаш ҳамда сув таркибидаги қум заррачаларини камайтириш муҳандислик тизимларини ишлаб чиқиш ва уларни илмий асослаш катта аҳамият касб этади.

**Тадқиқот мақсади:** насос агрегати тезда ишдан чиқиши, ишчи ғилдиракларга йирик жисмлар (қум, пластмасса, ёғоч, тош, ва шу кабилар) тушиб синдириши, механик аралашмаларнинг йирик зарралари тушиши натижа-сида рўлмон чоғаноклари бузилиши ва уланиш жуфтликлари узилиши, дарз кетиш ва бўлакраниш ҳолатлари юзага келади. Ушбу муаммоларни ечишда уларни илмий асослаш.

**Тадқиқот методи:** бажарилган ишлар натижасида насосларнинг ишлаш унумдорлигини кутариб, ярқилик муддатини ошириш таклиф қилинади. Ишончлилик назариясини қўлланилиши нафақат захира агрегатларини сонини тўғри аниқлаш, балки насос станцияларини ишлатиш сифатига баҳо бериш, агрегатлар ишлаш ишончлигини башорат қилиш, эҳтиёт қисмлари сонини аниқлаш, таъмирлаш ва муаммони олдини олиш тадбирлари ишлари такрорийлигини ўрнатиш имкониятларини белгилаш мақоланинг услуби ҳисобланади.

**Тадқиқот натижалари:** дарё сувининг таркибидаги қум ва лойқанинг кўплиги оқибатида насосларнинг қобиғи яъни ички деворларининг тезда емирилишига олиб келади, натижада насослар тезда ишдан чиқади. Бунинг олдини олиш мақсадида, насос станциясининг мукамал жойлашиш нуктасини танлаш ҳамда сув таркибидаги қум заррачаларини камайтириш муҳандислик схемаларини ишлаб чиқиш ва уларни илмий асослаш катта аҳамият касб этади [3,4,5].

Насосларнинг тезда ишдан чиқиши, ишчи гилдиракларга йирик жисмлар (қум, пластмасса, ёғоч, тош, ва шу кабилар) тушиб синдириши, механик аралашмаларнинг йирик зарралари тушиши натижасида рўлмон чоғаноклари бузилиши ва уланиш жуфтликлари узилиши, дарз кетиш ва бўлакраниш ҳолатлари юзага келади.



1-расм. Насос қобиғи ва паррақининг лойқа ва қумлар таъсирида емирилиши.

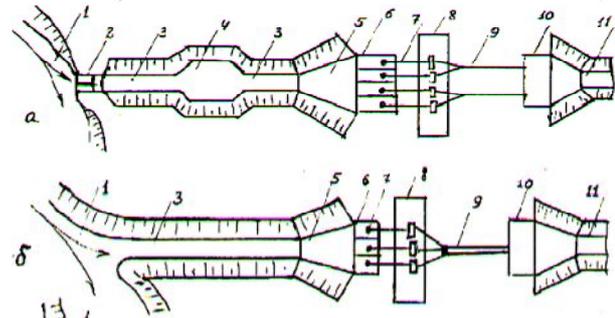
Юқоридаги 1-расмларда кўриниб турибдики, биринчи босқич насослар дарёдан сувни олиб узатиш жараёнида қум ва лойқалар зарраларининг насос ички қобиғини ҳамда паррақчаларини емирилишига олиб келади.

Натижада насос паррақчасининг ўзи айланиб керакли бўлган миқдорда сувни чиқариб беролмайди. Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда насос агрегатлари ишлаш жараёнини пайсанийишга қуйидаги омиллар сабаб булади:

- насос агрегатини жойлашиш режаси туғри жойлашмагани [2,3];
- биринчи босқич насос станцияларида деярли жихозланиш даражаси пастлиги;
- электр хисоблагичларнинг айрим жойларда тезда ишдан чиқиши;
- қанча босим остида сув узатилишини кўрсатувчи манометрларнинг йўқлиги ва шунга ўхшаш кўпгина камчиликлар мавжуд.

Ушбу натижалар асосида биринчи босқич насосларини ишлаш умрини узайтириш ва насосларнинг ички қобиғларининг емирилиб кетишини олдини олиш мақсадида қуйидаги тавсияларни эътиборга олиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Сувни дарёдан олиш жараёнида сувни тиндириш учун дарёнинг қирғоғида тиндириш камераси қурилади, тизимларини кўриниши қуйидаги чизмада кўрсатилган.



2-расм. Биринчи босқич насос станциялари гидротехник иншоотларининг режа тасвири. а ва б-таъсирлар, 1-манба, 2-сув олиш иншооти, 3-сув келтириш канали, 4-тиндиргич, 5-аванкамера, 6-сув қабул қилиш бўлиналари, 7-сўриш қувурлари, 8-станция биноси, 9-босимли қувурлар, 10-сув чиқариш иншооти, 11-машина канали

Бажарилган ишлар натижасида насосларнинг ишлаш унумдорлигини ошириб, яроқлик муддатини ошириш таклиф қилинади. Шу билан биргалликда электр энергиясини тежаш имконини беради. Насосларнинг зарур сонини аниқлаш учун насослар сони ҳар хил бўлган бир нечта вариантни кўриб чиқиш, бунда максимал сув сарфини етказиб бериш бўйича қабул қилинган шартдан келиб чиқиб, максимал сув сарфини таъминлаш учун захира агрегатни ўрнатиш билан ва насосларни турлича иш унумдорлигини кўзда тутиб, вариантларни техник – иқтисодий таққослашдан сўнг энг қулай насосларни жойлашиши ва сонини танлаб олиш тавсия этилади [2,3].

Ушбу тавсиялардан кўриниб турибдики, захира насослар сони насос станциясида ўрнатилган агрегатларнинг ишончилигига боғлиқ бўлмаган ҳолда қабул қилиш нотўғри равишда таклиф қилинади, чунки захира агрегатлар сони қолган агрегатлар ишончилигига боғлиқ. Захира насослар сонини ишончилик ва захиралаш назариялари тавсиялари асосида ўрнатиш лозим. Ишончилик назариясини кўлланилиши нафақат захира агрегатларини сонини тўғри аниқлаш, балки насос станцияларини ишлатиш сифатига баҳо бериш, агрегатлар ишлаш ишончилигини башорат қилиш, эҳтиёт қисмлари сонини аниқлаш, таъмирлаш ва муаммоларнинг олдини олиш тадбирлари ишлари такрорийлигини ўрнатиш имкониятларини яратади.

Ишончилик мезонлари насос станцияларини ишлатиш сифатига баҳо бериш ва ишончиликнинг турли хил кўрсаткичлари (асосий ва муаммоларни олдини олиш тадбирлари, таъмирланишлар такрорийлиги, захирадаги деталлар сони ва б.қ.) ни башорат қилиш имкониятини яратади. Бундан ташқари, битта насос станциясидаги алоҳида насосларни бошқа бир

насос станцияларидагиси билан таққослаш мумкин бўлади. Натижада бошқа насос станцияларини ишлатишни ва уларнинг ҳолатини яхшилаш бўйича чора-тадбирлар ишлаб чиқиш мумкин. Шунга кўра, бир хил насослар турли хил шароитда турлича ишлайди. Шунинг учун ҳам сув ҳавзаси ўзани таркиби ва иклими ҳар хил бўлган шароитда ишлаётган насослар ишлатилиши материалларига статистик ишлов бериш натижасида олинган 1-жадвал насос станцияларни лойиҳалашда мутахассисларни кизиқтириши табиий.

Насос станциясининг ишлаш ишончилигини деталлар ва қисмлар ишончилигини, кавитация ва эрозияга чидамчилигини, сифатини назорат қилишни яхшилаш; энг мақбул иш тартиб-ботини танлаш; конструктив ечимлар тадқиқотлар асосида жихозларини ишончилигини кўтариш; юқори ишлатиш ишончилигига эга иш шароитига мос материалларни қўллаш; насос станцияларини йиғишда таъмирлаш ишларини қулайлигини ҳисобга олиш; дастлабки синовларни, ростлаш ишларини ўтказиш ва шу қабили билан ошириши мумкин.

Юқорида айтиб ўтилган ёки бошқа бир чора-тадбирлар маълум бир вақт оралиғида кўзда тутилган ишончиликни таъминлай олмаса, захиралаш қўлланилади, зарур иш ҳажми учун ортиқча, захира насос ўрнатилади, яъни алоҳида агрегатлар ишончилигидан умумий ишончилиги юқори бўлган насослар гуруҳи барпо этилади.

1-жадвал

Насосларни ишдан чиқиш максималлиги

Қурилма номи	1000 соат ишлашда бузилишлар максималлиги		
	максимал	ўртача	минимал
1 Винтли насослар (босимли ёғ қурилмалари), босим бўйича:			
а) 20 кг/см <sup>2</sup>	0,20	0,05	0,03
б) 40 кг/см <sup>2</sup>	0,25	0,08	0,06
2 Марказдан қочма насослар	0,15	0,05	0,03
3 Қудук насослар	0,2	0,07	0,05

Насос станцияларида насосларни асосий; захирали ва аралаш турдаги уланишлари қўлланилади. Агар борди-ю, битта насоснинг ҳам ишдан чиқиши бутун уланишнинг ишдан чиқишига олиб келса, бундан уланиш асосий (кетма-кет) уланиш турига киради [5,6].

Насос станцияларида захиралаш бутун қарали ва қасрли қаррали бўлиб амалга оширилиши мумкин. Агар асосий насос битта ёки бир нечта захирага эга бўлса, захиралаш бутун қаррали, агар асосий насослар алоҳида захирага эга бўлмасдан, захира насослар бир нечта асосий насос учун мўлжалланган бўлса, бундай захиралаш қасрли қаррали деб аталади. Насос станцияларида қасрли қаррали захиралашнинг тури бўлган силжийдиган захиралаш қўлла-

нилиши ва бундай захиралаш турида захирадаги ихтиёрий насослардан бири ихтиёрий асосий насосни алмаштириш мумкин.

**Хулоса:** насос станцияларида захира насосларни ишлатилишининг бутун даври давомида ёки асосий насослар ишдан чиққанда, яъни доимий захиралаш ва алмаштириш билан захиралаш бажарилиши мумкин.

Шунингдек, насос станцияларида иссиқ (юклантирилган), илиқ (енгиллаштирилган) ва совуқ (юклантирилмаган) захиралар учрайди.

Юклантирилган захира ҳатто асосий насосдан захира насосга ўтиш учун қисқа муддатли танаффусга йўл қўйиб бўлмайдиган насос станцияларида қўлланилади. Доимий ишлатиладиган захиранинг афзаллиги шундаки, бунда қисқа муддатли танаффусдан сўнг қайта ўтказишга вақт ва восита сарфлашга ҳожат бўлмайди. Камчилиги бўлиб эса, захира насос ўзининг ишончилиги захираларини асосий насос сифатида ишлатиб қўйиши ҳисобланади.

Агар захира насоснинг ишлаш шароити асосий насоснинг иш шароитига ўхшаш бўлса, захиралашнинг бундай тури иссиқ ёки юклантирилган захира деб аталади. Агар захира насос ўзининг ресурсларини қўшилган пайтдан бошлаб сарфласа, у илиқ, енгиллаштирилган, захира насос ўзининг ресурсини ишдан чиққан насос ўрнига қўйилган пайтдан бошлаб сарфласа, бу совуқ захира деб юритилади.

Насос станцияларини захиралаш ишончилигини асосий кўрсаткичлари ва керакли ишончилик даражасига эришиш учун захира агрегатлари сонини аниқлаш ҳисоблари аввалроқ келтирилган боғлиқликлар ёрдамида амалга оширилади.

#### Адабиётлар:

1. Ахмедов И. Гидромелиорация ишларини ташкил этиш ва технологияси. Ўқув қўлланма, Т-2008й., 227 б.
2. Насослар ва насос станциялари. / М.Мамажонов, Б.Уралов, А.Хақимов, Т.Мажидов / Ўқув қўлланма Тошкент., 2009 й. 212 бет.
3. Базаров Д.Р., Шодиёв Б.Н., Норқулов Б. ва бошқ. “Сув ташлаш иншоотини гидравлик ҳисоблаш” ISSN 2181-8584., “Ирригация ва мелиорация” журнали, №1(15), Тошкент, 2019, 32-37 бет.
4. М.Мамажонов, Б.Уралов, С.Хидиров. “Влияние гидроабразивного износа деталей центробежных и осевых насосов на эффективность эксплуатации оросительных насосных станций. ISSN 2181-8584., “Ирригация ва мелиорация” журнали, №1(15), Тошкент, 2019, 37-43 бет.
5. Шоазизов Ф., Уралов Б. и др. “Разработка компьютеризированной системы поддержки принятия решений по определению опасных зон затоплений”. XXII-Международная конференция “Передовые технологии Цивильной Инженерии”. Ташкент, Узбекистан, 18-21 апреля, 2019г.
6. М.Мамажонов, Б.Уралов, Х.Турсунов. Изменение водоподдачи насосов. /Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. 2005. № 1. с.28-29.

УДК 628.1.12

**САМАРҚАНД ВИЛОЯТИДАН ОҚИБ ЎТАЁТГАН ЗАРАФШОН ДАРЁСИ СУВЛАРИ ИФЛОСЛАНИШИНИ ЭЛЕКТРОКИМЁВИЙ УСУЛДА ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИНИ ҚИЛИШ ВА ЎРГАНИШ****Халилов Н.**, доцент; **Шамсиев И.**, магистр; **Халилов Ш.** талаба  
Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Тадқиқот натижаларининг илмий жихатдан янгилиги Қорадарё ер усти сув хавзаси сувларини электрокимёвий усулда тозалаш ва электрокоагуляция йўли билан тозалашда аралаштириш ҳамда момиклар ҳосил қилиш жараёнини таҳлил қилиш ҳисобланади. Табиий сувларни электрокимёвий усулда тозалаш ва лойқа сувларни электрокоагуляция йўли билан тозалашда аралаштириш ва момиклар ҳосил қилиш жараёнининг ахамияти назарий жихатдан ўрганилди. Тадқиқот натижаларининг амалий ахамияти сифатида Қорадарё сувларини электрокимёвий усулда тозалаш тизимини ишлаб чиқиш ва сувларни электрокимёвий усулда тозалаш жараёнини яхшилаш бўйича таклиф ва тавсиялар киритилган. Ундан ташқари аҳоли пунктлари сув таъминоти тизимида самарали ва илғор сув тозалаш технологияларини қўллаш эвазига сув билан таъминланиш даражасини яхшилаш масаласи ҳам ўрганилган.

Ишнинг мақсади ва вазифалари: Қорадарё сувларини электрокимёвий усулда тозалаш тизимини ишлаб чиқиш ва ер устки сувларини тозалаш жараёнини яхшилашдан иборат.

The scientific validity of the results is the analysis of the electrochemical treatment of surface water in the Koradarya basin and its mixing and purification during electrocoagulation. Electrochemical purification of natural water and Theoretical significance of the process of mixing and drying of sludge by electrocoagulation is studied. The practical significance of the research is to make suggestions and recommendations for improving the process of electrochemical treatment of Koradarya water. In addition, improving water treatment technology in the water supply system of the population we studied.

The purpose and objectives of the work are to develop system of electrochemical treatment of Koradarya water and to improve the surface water treatment process.

Целью и задачами работы является разработка системы электрохимической очистки поверхностных вод из реки Карадарья. Научная обоснованность полученных результатов заключается в анализе электрохимической очистки поверхностных вод в бассейне Карадарьи и ее смешивания и очистки при электрокоагуляции. Изучена электрохимическая очистка природных вод теоретическая значимость процесса смешивания и сушки осадка с электрокоагуляцией. Практическая значимость исследования состоит в том, чтобы внести предложения и рекомендации по совершенствованию процесса электрохимической очистки воды Карадарьи.

Кроме того, рассмотрены водостока улучшения воды за счет использования эффективных и передовых технологий очистки воды в системе водоснабжения.

Сув таъминоти тизимида табиий сув манбаси сифатида ер устки сув хавзаси қабул қилинганда сувни истеъмолчи талаби даражасида тозалаш учун қабул қилинадиган технологик усуллар ва жараёнлар хавза сувининг сифат кўрсаткичлари ва ифлосланиш даражасига бевосита боғлиқ. Шунинг учун авваломбор тадқиқотчи томонидан сув манбаси ҳақида, унинг сифат кўрсаткичлари ва ифлосланиш даражаси тўғрисида етарлиқ маълумотга эга бўлиши талаб этилади. Юкорида келтирилган фикрларни инобатга олган ҳолда Зарафшон сувини тозалаш бўйича тадқиқотлар ўтказишда биринчи навбатда сув манбаси ҳолати ўрганилди.

Зарафшон дарёси бассейни шарқ-жанубий-шарқдан ғарб-шимолий-ғарб томонга чўзилган. Бассейнинг умумий майдони 42 минг км<sup>2</sup> ни ташкил қилади. Хавзанинг шарқий чегараси Олой, Туркистон ва Хисор тоғ тизмалари кўшилишидан ҳосил бўлган кўк сув тоғ ирмоғидан бошланади ва дарёнинг ғарбий чегараси Амударёга етиб бормасдан сандиқли кумликларида тугайди.

Зарафшон бассейни майдони табиий-тари-

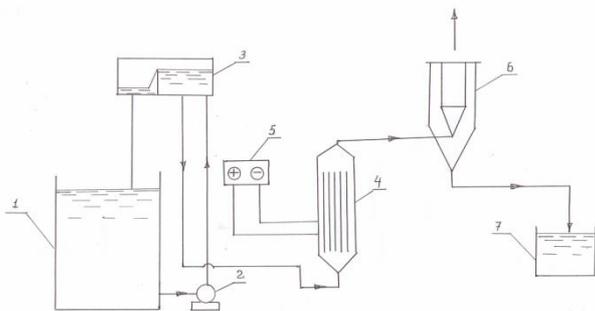
хий белгиси бўйича иккита асосий қисмга бўлинади: шарқий (тоғли) ва ғарбий (текислик). Бассейнинг асосий сув манбаси - бу Зарафшон дарёси ҳисобланади. Дарё Туркистон ва Хисор тоғ тизмалари оролиғида жойлашган Зарафшон музликларидан бошланади.

Лойқа сувларни электрокимёвий усулда тозалаш жараёнини ўрганиш бўйича тажрибалар 1-расмда кўрсатилган лаборатория қурилмасида олиб борилди.

Лаборатория қурилмаси эритма-сарф сиғими, насос қурилмаси, сув босимини бир хилда ушлаб турувчи меъёрлаштирувчи идиш, электрокоагулятор, электр токи билан таъминлаш блоки, аралаштириш ва момик ҳосил қилиш камераси ва ўлчов сиғимларидан иборат.

Қилинадиган модул оқова сув гидравлик аралаштириш мақсадида тешикли қувур билан жиҳозланган ҳажми 150 литрлик эритма-сарф сиғимида тайёрланди. Эритма сарф сиғимидан тадқиқот қилинадиган сув НБЦ-2 «Поток» маркали насос орқали перелив қузури билан жиҳозланган меъёрлаштирувчи сиғимга узатилади. Сиғимдан сув эрийдиган темир пластинкали электродлар ўрнатилган электрокоагуля-

торга келиб тушади. Пластинкали электродлар ўзгармас ток манбасига уланади. Электрокоагуляторда ишлов берилган сув аралаштириш ва момик ҳосил қилиш камераси узатилади. Камерада коагуляция қилинган сувни аралаштириш ва момик ҳосил қилиш жараёнлари амалга оширилади. Сўнгра сув ўлчов сифимига келиб тушади. Тозаланаётган сув сарфи курилмада ўрнатилган вентиляр ёрдамида ўзгартирилиб турилди. Курилманинг айрим элементларини туташтиришда резинали ва силикат шланглар ишлатилди.



1-расм. Лаборатория қурилмасининг тасвири. 1-модуль сув сифими; 2-насос; 3-сув босимини меъёрлаштурувчи сифим; 4-электрокоагулятор қурилмаси; 5-электр энергияси билан таъминлаш блоки; 6- аралаштириш ва момик ҳосил қилиш камераси; 7-ўлчов сифими.

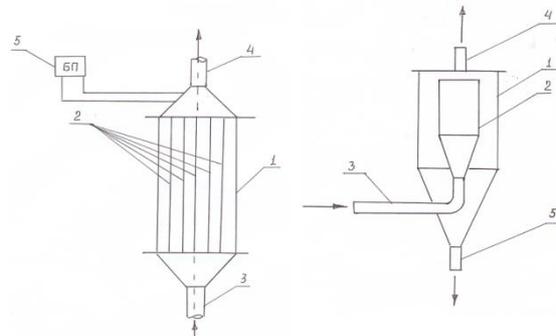
Лаборатория қурилмасининг асосий элементи электрокоагулятор ва аралаштириш ва момик ҳосил қилиш камераси ҳисобланади.

Электрокоагулятор (2-расм) органик шишадан тайёрланган тўғри бурчакли пасти призматик кўринишдаги корпусдан иборат бўлиб сувни узатиш ва чиқазиш патрубкालари билан жиҳозланган. Корпуснинг тиниқ органик шишадан тайёрланганлиги қурилма ичида кетаётган жараёни бевосита кўз билан кузатиш имкониятини беради. Корпус ичига бир-бирига ва корпус деворига параллел равишда алюминий листидан тайёрланган олтига пластинка ўрнатилган. Пластинкалар полиэтилен стяжкалари ёрдамида блок кўринишда умумий пакетга йиғилган.

Электродларнинг қисқа туташувига йўл қўймаслик ва улар орасидаги керакли ораликни ҳосил қилиш учун улар орасига полиэтилен шайбалар ўрнатилган. Электродлар ўзгармас ток манбасига ҳар биттадан кейин анод ва катодлар сифатида уланган. Электрокоагуляторга бериладиган электр токи параметрларини регулировка қилиш учун ЛАТР-1М маркали лаборатория автотрансформаторидан фойдаланилди. Ўзгарувчан токни тўғрилаш учун (ўзгармас токка айлантириш учун) Д-242А диодли тўғрилагичдан фойдаланилди. Электр токи параметрлари 1-класс аниқликка эга КИП комплекс электр ўлчов асбоблари ёрдамида ўлчаб борилди. КИП таркибига АСТ типидagi амперметр ва АСТВ типидagi вольтметр (ўлчаш

аниқлиги  $-0,5$ ) киради. Уларнинг кўрсаткичлари Ш 4313 типидagi умумлашган сонли прибор орқали назорат қилиб борилди.

Аралаштириш ва момик ҳосил қилувчи камера (3-расм) қувур кўринишдаги органик шишадан тайёрланган бўлиб ўқ бўйича камера ичига худди шу кўринишдаги кичик ўлчамли аралаштиргич жойлаштирилган. Ички камера сув аралаштиргич ва ташқи камера эса момик ҳосил қилиш вазифасини бажаради. Камеранинг пастки қисми конуссимон қилиб ясалган. Электрокоагуляторда ишлов берилган сув дастлаб ички камеранинг пастки конуссимон қисмидан узатилади ва аралаштириш жараёнидан сўнг ташқи камерага келиб тушади. Момик ҳосил қилинган сўнг сув ташқи камеранинг пастки конуссимон қисмидан ўлчов сифимига узатилади. Ажралиб чиққан электролитик газлар камеранинг юқорги қисмида ўрнатилган патрубк орқали чиқазиб юборилади.



2-расм. Электрокоагулятор қурилмасининг тасвири. 1-қурилма корпуси; 2-электрод пластинкалар; 3-сувни қурилмага юбориш патрубкеси; 4-сувни ва электролитик газни чиқазиш патрубкеси; 5-электр энергияси билан таъминлаш блоки.

3-расм. Аралаштириш ва момик ҳосил қилувчи камерасининг тасвири. 1- ташқи камера; 2-ички камера; 3-коагуляцияланган сувни камерага юбориш патрубкеси; 4- электролитик газни чиқазиш патрубкеси; 5-ишлов берилган сувни тиндиригичга чиқазиш патрубкеси

Тадқиқот ўтказилаётган сув таркибидagi ифлосликлар, муаллақ заррачалар ва сувнинг минерализацияси тортиш усули (весовой способ) орқали ўлчанди. Сувнинг ишқорийлиги пробани уювчи натрий кислотаси эритмаси билан титирлаш орқали аниқланди

Водород кўрсаткич қиймати лаборатория қурилмаси сарф сифимига уювчи натрий кислотасининг концентрациялаштирилган эритмасини қўшиш йўли билан ўзгартирилиб борилди ва рН-метр (ўлчаш аниқлиги  $-0,05$ ) билан ўлчанди.

Сув ҳароратининг талаб этилган қиймати автотрансформатор орқали электр токига уланган электр иситгич ёрдамида ўзгартирилиб борилди ва термометр ( $0-50^{\circ}\text{C}$ , ўлчаш аниқлиги  $-0, 1^{\circ}\text{C}$ ) орқали ўлчанди.

Сув ҳаракатининг тезлиги ўлчов сифимида ўлчанган сув сарфини қурилма жонли қирқим

юзасига бўлиш орқали аниқланди.

Алюминий электродларининг эриш жадаллиги электродларнинг оғирлигини абсолют ўлчаш аниқлиги 10 мг бўлган техник тарозида тортиш (ўлчаш) йўли билан аниқланди.

Тажрибаларни ўтказиш услуги қуйидагича:

-электродлар блоқи ечиб олинади;

-электрокоагулятор пластинкаси водопровод сувида ювиб олиниб 15 секунд давомида 10% ли NaOH эритмаси билан ёғсизлантирилади ва кейин яна водопровод суви билан ювилиб, қуруқ латта билан артилади ва қуритилади;

-пластинкалар оғирлиги ўлчанади.

Лаборатория қурилмасида тажриба ўтказиш тартиби қуйидагича олиб борилди:

-қурилманинг сарф сифимида модул сувни тайёрлаш;

-электрокоагулятор қурилмасини ўрнатиш;

-насос агрегатни ишга тушириш (манбага улаш);

-сув тиндиргич олдида ўрнатилган вентиль орқали қурилмада керакли сув сарфини ҳосил қилиш;

Тажриба ўтказишда модул сув водопровод сувига Оқорадарё-Қорадарё сувлари ажратгичдан олинган қуритилган чўкмани аралаштириб тайёрланди. Модул сувнинг концентрациясининг бир хиллигини таъминлаб туриш учун сарф сифимида сув доимий равишда босимни меъёрлаштирувчи идишнинг перелив қувуридан тушаётган ортиқча сув ёрдамида аралаштирилиб турилади.

Сув таркибидаги минерал моддалар дисперслиги тиндириш услуги орқали гранулометрик чизиқли график асосида аниқланди. Бунда сувни тиндириш баландлик бўйича махсус шкалаларга бўлинган шиша цилиндрик лаборатория идишида бажарилди. Модул сув таркибидаги минерал моддалар дисперслиги эса цилиндрик шиша идишда тиндириладиган сувнинг маълум баландликларидан пипетка ёрдамида проба олиш ва уни таҳлил қилиш орқали аниқланди. Электрокоагуляторда сувга ишлов бериш давомийлиги ва пластинкали электродлар орасида сувнинг ҳаракат тезлиги сув сарфи ва электрокоагулятор кўндаланг кесими юзаси ҳамда узунлигига боғлиқ равишда ҳисобланди. Сув сарфи вақт бирлиги ичида ўлчов сифимида келиб тушган сув миқдори бўйича ҳисобланди. Тажриба ўтказишда сувнинг талаб этилган сифат кўрсаткичлари ва концентрациясини аниқлаш анализ ўтказиш тартибига асосан тегишли қонун ва қоидалар бўйича олиб борилди.

Ҳар бир тажриба 5-6 марта қайтарилиб улардан ўртача қиймат олинди ва қийматларнинг ўлчов бирлиги қуйидагича

қабул қилинди: заррачанинг гидравлик йириклиги (чўкиш тезлиги) мм/с, сув сарфи м<sup>3</sup>/соат, электрокоагуляторнинг кўндаланг қирқим юзаси м<sup>2</sup>, пластинка узунлиги ва улар орасидаги масофа мм.

Сувларни электрохимёвий йўл билан тозалашда металл сарфи асосий иқтисодий кўрсаткичлардан бири бўлиб ҳисобланади. Электрокоагулятор асосан алюминий ёки темир пластинкали электродлардан тайёрланади. Бу материалларнинг танқислиги ва қимматлиги сабабли улардан электрохимёвий коагулянт сифатида фойдаланилганда иложи борича металл сарфини камайтиришга ҳаракат қилинади. Ундан ташқари, ҳар бир муайян шароитда электрокоагуляциянинг қўлланиши қатиян асослаб берилиши зарур, акс ҳолатда кўп миқдорда металл ва электроэнергия сарфланишига олиб келиши ва қутилган натижани бермаслиги мумкин. Шунинг учун ҳам мазкур ишда дастлаб тозаланаётган сувнинг физик-химёвий параметрлари, қурилманинг геометрик ўлчамлари ҳамда тозалашнинг электрик ва гидродинамик факторларининг эриган алюминий концентрациясига, электроэнергия сарфига ва тозалаш самарасига таъсири ўрганилди.

#### Адабиётлар:

1. «Сув ва сувдан фойдаланиш тўғрисида» ги Ўзбекистон Республикаси қонуни. Тошкент, 1993
2. Государственный стандарт Узбекистана. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. Срок действия с 01.07.2000 г по 01.07.2010г.
3. «Сувдан фойдаланишни лимитлаш (меъёрлаш) тўғрисида» ги Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 385-сонли қарори (03.08.93). Тошкент, 1993
4. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2013 йил 14-июндаги 171-сонли қарори «Сувдан махсус фойдаланиш ёки сувни махсус истеъмол қилиш учун рухсатнома бериш тартиби тўғрисида» ги низоми.
5. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2001 йил 4-октябрдаги 401-сонли қарори «Зарафшон дарёси хавзасида экологик ва санитар эпидемиологик вазиятни тасдиқлаш тўғрисида».
6. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2012 йил 29 октябрдаги 418-сонли «Магистратура тўғрисидаги низомни тасдиқлаш ҳақида» ги буйруғига илова V боб. Мониторинг ташдиқлаш ва химоя қилишга қўйилган талаблар.
7. Каримов И.А. Мамлакатимиз таракқиети ва халқимизнинг ҳаёт даражасини юксалтириш-барча демократик янгиланиш ва иқтисодий ислохатларимизнинг пировард мақсадидир. Тошкент. «Ўзбекистон» нашриёти-матбаа ижодий уйи, 2007. -200б.

## РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ахмедова Ф. И., ўқитувчи; Ибрагимова А.Х., магистрант

В статье рассматриваются основные проблемы, связанные с очисткой городских сточных вод.

**Ключевые слова:** Очистка сточных вод, Реагентный, тяжелых металлов и методы очистки

Maqolada shahar oqava suvlarini tozalash bilan bog'liq asosiy muammolar muhokama qilinadi.

The article discusses the main problems associated with the treatment of urban wastewater.

Наибольшее распространение в практике очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов получил реагентный метод. Этот метод включает в себя процессы нейтрализации, окислительно-восстановительные реакции, осаждение и обезвоживание образующегося осадка, и позволяет довольно полно удалять из стоков тяжелые металлы. При этом методе ионы тяжелых металлов переводятся, как правило, в гидроксидные соединения путем повышения рН усредненных стоков до рН их гидратообразования с последующим осаждением, фильтрацией. Нейтрализация свободных минеральных, кислот и химическое осаждение ионов тяжелых металлов (железо, цинк, никель, медь и др.) в виде соответствующих гидроксидов, а также основных карбонатов производятся с помощью щелочных реагентов. В качестве осадителей применяют оксиды, гидроксиды, соли щелочных, щелочноземельных и переходных металлов, сульфид- и фосфатсодержащие материалы.

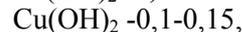
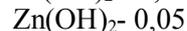
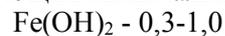
В нашей стране для этой цели чаще всего применяют водную суспензию гидроксида кальция, содержащую некоторое количество карбоната кальция (известковое молоко). Нейтрализацию кислых сточных вод щелочными реагентами проводят обычно до рН - 8,5...9. Автоматическое дозирование щелочного реагента производится по заданному значению рН обработанной воды. При наличии в сточных водах комплексообразующих веществ (винная, лимонная и др. органические кислоты, аммиак) для обеспечения полноты осаждения ионов тяжелых металлов требуется предварительного удаления из воды этих веществ. Для нейтрализации щелочных сточных вод используют растворы серной или соляной кислоты. Нейтрализованные сточные воды, содержащие взвесь гидроксидов и карбонатов тяжелых металлов, сульфат и карбонат кальция и др. нерастворимые в воде примеси, подвергают механической очистке с целью их отделения методами отстаивания, флотации, фильтрования.

Известен способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанный на образовании труднорастворимых соединений этих металлов с железом — ферритов (способ ферритизации). Он заключается в обработке сточных вод раствором солей двух- и трехвалентного железа с последующим подщелачиванием реакционной смеси известковым молоком или

раствором едкого натра и ее нагреванием. Образующийся при этом осадок представляет собой смесь оксигидратов железа, гидроксидов тяжелых металлов, магнетита и ферритов и обладает магнитными свойствами. Этот способ обеспечивает практически полное удаление ионов тяжелых металлов из сточных вод.

Основное достоинство реагентного метода – возможность применения его для обезвреживания кислотно-щелочных сточных вод различных объемов с различной концентрацией ионов тяжелых металлов. Высококонцентрированные сточные воды гальванических производств (отработанные технологические растворы и электролиты) чаще всего очищают совместно с малоцентрированными (промывочными) сточными водами, в частности на установках для их реагентной очистки.

Особо следует отметить, что при реагентных методах очистки и выполнении технологических регламентов остаточные концентрации основных ионов тяжелых и цветных металлов в очищенных стоках достигают следующих минимальных величин, мг/л:



и представлены, в основном, в виде их гидроксидов, легко диссоциируемых и растворимых в слабокислых водных растворах.

Более глубокая очистка от катионов тяжелых металлов возможна путем их осаждения в виде труднорастворимых сульфидов. Известны способы использования сероводорода в качестве осадителя, однако практическое применение этого способа снижается из-за токсичности сероводорода, выделяющегося в атмосферу. Эта же причина сдерживает применение в качестве осадителя полисульфида кальция, используемого в сельском хозяйстве в качестве инсектицида.

Общим и главным недостатком осадительных способов очистки является образование плохоотстаивающихся и труднофильтруемых осадков - шламов, вопрос утилизации которых еще не везде решен.

На основании изученных литературных данных для очистки сточных вод, образующихся при изготовлении многослойных печатных плат в результате химического и гальванического процессов меднения был выбран реагентный метод очистки. Метод имеет такие

достоинства как возможность очистки сточных вод в широких интервалах концентраций тяжелых металлов, универсальность, простота обслуживания в эксплуатации, нет необходимости разделения промывных вод и концентратов. Метод находит широкое применение на гальванических предприятиях

На рис.1. представлена технологическая схема процесса очистки сточных вод гальванического производства. Усредненные сточные воды поступают в реактор, куда производится дозирование следующих реагентов: реагент для нейтрализации, коагулянт и флокулянт. После завершения химических реакций и образования стабильных флокул, мешалка выключается и производится осаждение взвешенных веществ. Образовавшийся шлам перекачивается в шламоуплотнитель, а осветленная вода направляется в накопительную емкость. Далее очищенная вода проходит доочистку на двухслойном песчаном фильтре и после заключительного контроля уровня рН производится сброс очищенной воды. Шлам временно накапливается в уплотнителе и далее поступает на обезвоживание на камерный фильтр-пресс.



Рис.1. Технологическая схема процесса очистки сточных вод гальванического производства

#### Литература:

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод /Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004. – 704 с.
2. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов/С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов; Под ред. С.В. Яковлева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 335 с.
3. Хрусталёв Б.М., Теличенко В.И., Сизов В.Д. и Бракович И.С. Инженерная экология и очистка выбросов промышленных предприятий. Москва 2019.

### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ BIM-МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ DYNAMO

**Фазилов А.Ш.**, доцент; **Кучимов М.К.**, старший преподаватель  
Тошкент архитектура курилиш институти

Maqolada binolarning axborot modelini ishlab chiqish va BIM texnologiyasini joriy qilish jarayonini optimallashtirish masalalari muhokama qilinadi. «Dynamo»da vizual dasturlash yordamida axborot modeli texnologiyasini takomillashtirish uchun algoritmi ishlab chiqilgan

В статье рассмотрены вопросы оптимизации процесса разработки информационной модели зданий и внедрения BIM-технологии. Разработан алгоритм совершенствования технологии информационного моделирования с использованием визуального программирования в Dynamo.

The article discusses the issues of optimizing the process of developing an information model of buildings and introducing BIM technology. An algorithm has been developed to improve information modeling technology using visual programming in Dynamo.

**Ключевые слова.** Алгоритм, визуальное программирование, информационная модель сооружений, трёхмерное компьютерное моделирование.

Трёхмерное компьютерное моделирование (3D) при проектировании и разработка 3D модели монтажно-технологической части проекта, а также выпуск из 3D-модели проектной документации и чертежей является неотъемлемой частью BIM-технологий.

В строительстве активно используется современная система автоматизированного проектирования металлоконструкций в трехмерном пространстве, адаптированная под современные нормы. При моделировании в объект закладывается не только его геометрия, но и параметры, соответствующие реальной конструкции, такие как материал, покрытие, стандарт, номер позиции и отправочной марки, с какими объектами произведено соединение,

тип этого соединения и прочее. После того как модель сооружения построена, все эти данные обрабатываются и в автоматическом режиме отражаются на чертежах, ведомостях и спецификациях. Это позволяет создать общую модель проекта в трехмерном пространстве и объединить работу отделов в единое целое, обеспечивая согласованный выпуск документации. При проверке модели исключаются коллизии (пересечения) конструкций с оборудованием и обвязкой трубопроводов проектируемых сооружений.

Использование инструментов авторизации BIM, таких как Autodesk Revit® или Graphisoft ArchiCAD®, стало обычной практикой для пользователей, которые уже вступили в кон-

такт с BIM. С помощью этих инструментов можно создавать подробные модели BIM. Однако, когда уровень развития этих моделей увеличивается, производительность процесса моделирования начинает снижаться.

Разработка моделей BIM требует большего внимания к правилам проектирования моделируемой системы здания, чтобы конечный результат соответствовал тому, что должно быть выполнено на месте. Например, в дизайне каменной кладки, дизайнер использует набор правил для выполнения вашей работы. Некоторые из этих правил связаны с повторяющейся задачей, называемой каменной модуляцией.

Эта задача в основном заключается в ручной сборке компонентов стены (блоков, сборных конструкций, арматуры и т.д.). На производительность моделирования в этом случае влияют, если используемый инструмент BIM не имеет функций для эффективного выполнения этой задачи.

То же самое касается дизайна опалубки. Этот тип дизайна также использует набор правил и имеет повторяющиеся задачи, которые могут повлиять на производительность, если они выполняются вручную.

Поэтому для автоматизации проектирования и получения оптимальной BIM-модели целесообразно использовать средства визуального программирования. Целью данной статьи является разработка алгоритмов проектирования BIM-моделей с использованием инструментов языков визуального программирования, в частности языка визуального программирования Dynamo. Dynamo – это платформа, которая расширяет стандартный функционал Revit и позволяет производить любые расчеты нажатием одной кнопки. Любой инженер, проектирующий жилые здания в Autodesk Revit, знает, что не существует готовых решений, которые бы учитывали все тонкости процесса расчета параметров жилого комплекса. Dynamo была создана для расширения базового функционала Revit и экономии времени проектировщиков.

Инструменты на основе VPL (Visual Programming Language) позволяют кодировать правила проектирования и затем обрабатывать их для создания 3D-моделей. Такие инструменты, как Dynamo®, Grasshopper® и Generative Components®, являются примерами приложений, использующих этот тип языка.

Это исследование направлено на изучение возможности использования инструментов на основе VPL для сокращения времени моделирования при производстве моделей LoD 400 BIM. Для достижения этой цели были выбраны приложения Autodesk Revit® и Dynamo®.

Исследования проводились с точки зрения ограничений, возможностей и удобства использования инструмента Dynamo® с акцентом

на разработку моделей BIM LoD 400 для каменной кладки.

Языки визуального программирования были разработаны в 70-х годах и возникли в результате объединения работ в области компьютерной графики, языков программирования и взаимодействия человека с компьютером

Основная идея такого языка проще в использовании и изучении за счет использования графических артефактов, а не текстового языка программирования.

В текстовых языках программирования пользователям необходимо изучить синтаксис языка, прежде чем они смогут кодировать программы. В инструментах VPL логические программы строятся с использованием диаграмм, называемых графами, которые состоят из элементов, называемых узлами.

Узлы содержат инкапсулированные структуры, используемые языком визуального программирования. Когда пользователь создает граф программы косвенно, он создает программные коды, которые скрыты в узлах графа. При помощи модуля Grasshopper® на основе этого графа создается график, когда этот график работает, трехмерная геометрия генерируется из встроеного кода обработки в его узлах.

Инструменты VPL предлагают более дружелюбный интерфейс между человеком и компьютером, облегчающий изучение и использование языка программирования.

Инструменты VPL использовались в контексте BIM в течение нескольких лет, в частности, при изучении сложных архитектурных форм и для поддержки цифрового производства.

Совместное использование инструментов разработки моделей VPL и BIM является интересной стратегией, которую должны использовать ее пользователи. Три упомянутых выше инструмента VPL позволяют интегрированную работу с инструментами авторизации моделей BIM.

Инструмент Dynamo® интегрирован с Autodesk Revit®, Graphisoft ArchiCAD позволяет интегрироваться с Rhinoceros 3D и Grasshopper®.

Тот факт, что VPL относительно прост в изучении, чем текстовые языки программирования, связан с тем, кто будет использовать этот тип языка.

Основное внимание уделяется пользователям инструментов разработки моделей BIM. Тем не менее, архитекторы, инженеры и техники не имеют на своих выпускных курсах классов по разработке программного обеспечения, потому что это, конечно, не является предметом их выпуска.

На основе вышесказанного, разработан ал-

горитм проектирования программ в Dynamo. Пример использования алгоритма для разработки витража приведен ниже.

### Строим Алгоритм в Dynamo

#### 1-этап.

1. **Выбор панелей.** В дереве выбираем Revit-Selection-Categories. Ставим на поле Нод и выбираем «Панели витража» (CurtainWallPanels).

2. **Выделение панелей.** Выбираем нод «All Elements of Category». Соединяем 2 Нода.

3. **Просмотр выделенного.** Ставим нод «Watch», соединяем.

4. **Запуск алгоритма.** Жмем Запуск и проверяем количество выбранных панелей.

5. **Установка параметров.** Удаляем Watch. Ставим нод SetParametrByName. Соединяем Elements-Element. Ставим нод «Code Block» (двойным кликом ЛКМ). Вводим имя параметра в кавычках («Цвет»). Соединяем имя параметра ко входу «ParametrName».

6. **Выбор материала.** Для выбора материала ставим нод MaterialByName и перед ним Code Block с текстом «Цвет1». Соединяем Code Block ко входу name, а выход Material ко входу value. Запускаем алгоритм и видим появление списка элементов.

#### 2-этап.

1. **Подсчёт элементов.** Ставим нод счетчика List.Count от выхода Elements. При запуске алгоритма, видим в нод количество элементов.

2. **Выборка доли элементов.** Ставим Code Block с переменной с, умноженной на долю 0.2.

3. **Округление числа.** Ставим нод Round и присоединяем вход к выходу переменной с.

4. **Выборка второй доли.** В том же нод Code Block ставим вторую строку с\*0.2, а нод округления копируем и присоединяем ко второй строке. Копирование — Ctrl + перемещение.

5. **Перемешивание элементов в списке.** Создаем нод List.Shuffle, распределяющий выбранные элементы в хаотичном порядке. Присоединяем его к выходу нода All Elements of Category.

6. **Выборка элементов из списка.** Создаем нод List.TakeItems, выбирающий несколько элементов из начала списка (в нашем случае — из уже образованного хаотичного списка). Количество подсоединяем от округленных значений долей из счетчика.

7. **Выборка оставшихся элементов в списке.** Создаем List.DropItems, подключаем аналогично.

8. **Выборка второй доли.** Из оставшихся элементов делаем выборку с несколькими элементами, числом равным количеству элементов второй доли. Копируем нод List.TakeItems, список берем и нод List.DropItems, а количество — из округленной второй доли.

9. **Выборка третьей доли.** Оставшиеся элемен-

ты списка выбираем также с помощью нода List.DropItems с такими же вводными, как в п.8. В итоге получаем три списка.

#### 3-этап.

10. **Создание группы узлов в алгоритме.** Отсоединим связку Elements-Element и выделим мышкой несколько узлов. Создадим группу: Редактирование — Создать группу. Группа предназначена для удобства одновременного перемещения и копирования нескольких узлов. Перенесем группу в правую часть рабочего поля. Два раза откопируем ее перемещением с нажатой клавишей Ctrl. Трём группам назначим разные цвета (правая кнопка — выбор цвета).

11. **Присоединение групп к входным данным.** Переименовываем строки в блоках названиями цветов - Цвет1, Цвет2, Цвет3. Присоединяем выходы с трех списков элементов ко входам Element. Запускаем алгоритм. Панели в модели меняют рандомно цвет.

Проектировщики могут использовать Dynamo на всех стадиях проектирования: при создании концептуальных форм; при разработке конструкций по заданной архитекторами геометрии здания; для формирования спецификаций. Важное преимущество разработанного алгоритма в том, что пользователь или проектировщик могут получать необходимую информацию из Revit и передавать ее обратно. Есть возможность создавать новые элементы по необходимым параметрам: построить стену по заданным линиям, расставить колонны с заданным шагом. С помощью Dynamo можно быстро создать теплотехнический расчет, расчет отделки помещений, расстановку светильников, подключить инженерное оборудование, оптимизировать путь инженерных сетей, рассчитать несущие конструкции. Кроме того, инженеры могут оформлять здесь необходимую документацию, формировать сметы. Dynamo легко можно дорабатывать под свои задачи. Это отличная возможность эффективно использовать Revit и BIM-технологии.

### Литература:

1. Григорьева, М. И. Использование BIM технологий в строительстве / М. И. Григорьева // Архитектура. Строительство. Дизайн. 2017. - №3. - С. 100 - 123.
2. Фролова, Е. В. Информационное моделирование строительного объекта (BIM) / Е. В. Фролова // Инновации. - 2017. - №4. - С. 109 - 123.

## ЕНГИЛ САНОАТ БИНОЛАРИДА ҲАВО ОҚИМИ ТЕЗЛИГИНИ АНИҚЛАШ БЎЙИЧА КЎРСАТМАЛАР

**Taniberdiyev Sh.X., Ismoilov A.I., Ibragimov D.**  
Самарқанд давлат архитектура қурилиш институти

Инсоният яшаши учун унга қулай шароит (комфорт) ни яратиш яъни ҳаво алмахтириш тизимларидаги микроклимни яратиш биз муҳандислар олдида турган вазифалардан биридир. Шундай экан микроклим талабларидан бири бўлган ҳаво оқимининг тезлигини назорат қилиш ҳамда ўлчаш бундай комфортни амалга оширишда ёрдам беради.

### The instruction for determination of flow rate in buildings of light industry

Creating comfort for living mankind, namely creating exchanging air system of microclimate is an important duty of engineers. So controlling and measure one of demands which is considered the trend of the speed of air helps for carrying out the comfort.

#### Указания определение скорости воздушного потока в легкой промышленности

Развтия легкой промышленности Узбекистане, поставить задачу впуска качественные продукции. Для этого в зданиях легкой промышленности целесообразно создать необходимый микроклимат.

**Кириш.** Ўзбекистонда энгил саноат бинолари ривожланиши сабабли махсулотни сифатли ишлаб чиқаришда микроклиматни ўрни ахамиятлидир. Ҳавонинг зарур параметрларини таъминлаш бу инсон саломатлиги билан бевосита боғлиқдир.

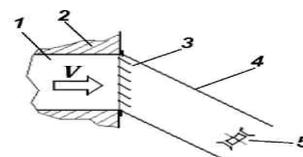
**Мақола мақсади** энгил саноат биноларида микроклимат параметрларини бири ҳаво тезлигини аниқ назорат қилиш орқали мўтадил ҳавони таъминлаш.

**Асосий қисм.** Ҳаво каналлари, тешиқлари ҳаводаги ҳаво оқими тезлиги  $\pm 0,1$  м / с ( $\pm 0,1-0,3$ ) м / сек бўлган 0 дан 10 м/с гача ва 0 дан 30 м/сек гача бўлган ҳаво оқими ўлчовлари билан механик анемометрлар томонидан ўлчанган бўлиши керак (қўшимча Д), шунингдек, бир хил интервалли электрон термо-анемометрлар.

Ўлчов қисмидаги балларнинг сони ва жойлашиши аниқланиши керак анемометрни пробкасининг узунлиги каналнинг (канал) ўлчов нуқтасига кириш учун етарли бўлиши керак. Ҳар бир ўлчаш нуқтасида ҳаво оқими тезлиги икки марта аниқланиши керак, ўлчаш натижалари орасидаги фарқ 5% дан ошмаслиги керак, акс ҳолда қўшимча ўлчовлар қилиниши ва оқим тезлиги барча ўлчовларнинг арифметик ўртача қиймати сифатида аниқланади. Ҳаво оқимининг тезлигини ўлчаш ҳаво чиқиши текислигида очиқ ҳаводаги бўшлиқларда (ҳаво тақсимловчи бирликларда), ҳавонинг ичига қирадиган тешиқда (ҳаво қабул қилиш қурилмалари) амалга оширилиши керак. 1 м<sup>2</sup> майдонга қадар бўлган тешиқларда анемометрнинг тешиқнинг бутун қисмида аста-секин, бир хил ҳаракати билан ҳаво оқимининг тезлигини ўлчаш керак. 1 м<sup>2</sup> дан катта тешиқ ўлчамлари билан унинг кесити бир неча тенг жойларга бўлинади ва уларнинг ҳар бирининг марказида ўлчанади.

Кейинчалик ҳисоб-китоблар учун ўлчов тезлиги ўртача қийматлари ўртача тезлик сифатида қабул қилиниши керак. Ҳаво ҳаракатининг очилишининг бир томонида бир томони ва бошқа томонда тескари йўналиш мавжуд бўлган ҳолларда ҳаво оқимининг тезлиги нолга тенг бўлган очилишда анемометр ёрдамида нейтрал линиянинг позисиясини аниқлаш керак. Шундан сўнг, оқим вектор йўналиши билан нейтрал чизиқнинг ҳар икки томонидаги ҳаво тезлигини алоҳида-алоҳида ўлчаб кўрсатинг. Изгаралар билан ёпилган тешиқларда ҳаво тезлиги ўлчами 0 дан 60 м / с гача бўлган ўлчаш диапазони ва  $\pm (0,1-0,5)$  м /

сониясига тенг бўлган анемометр томонидан амалга оширилади. Анемометр ўлчаш вақтида ўлчаш коллекторига ега бўлиши керак (8.5-расм). Коллекторнинг узунлиги гриднинг орқасидаги тезлик режимларини юмшатилишини таъминлаш учун етарли бўлиши керак. Агар панжара ҳаво ҳаракатига аниқ йўналиш бериш учун бурчакка ега бўлса, унда коллектор қафас қанотларининг мойиллигига мос келади-ган нишаб билан ўрнатилиши керак.



1 - ҳаво трубкаси; 2 - девор; 3 қафас; 4 - коллектор; 5 - анемометр. Деворда қафас бўлган ўлчаш коллекторига ега анемометр.

Очиқ тешиқларда, ҳаво тарқатувчи ва қабул қилувчи қурилмаларда ҳаво оқими тезлиги  $L$ , м<sup>3</sup>/с, формулалар

$$L = 3600V \cdot F,$$

бу ерда  $F$  - очиқ ҳаво оралиғи ва ҳаво алмашинувнинг доимий йўналиши бўйича ҳаво тарқатувчи қурилмалар майдони, м<sup>2</sup>;

$V$  - ҳаво тезлиги, м/сек.

Изоҳлар билан ёпилган тешиқларда  $L$ , м<sup>3</sup>/ҳ ҳаво оқими тезлиги қуйидаги формула билан аниқланади

$$L = V \cdot f_{ж},$$

бу ерда  $f_{ж}$  - панжара кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>;  $V$  - панжара кўндаланг кесим юзасидан ўтаётган ҳавонинг тезлиги, м/с.

Статик босим камерасига ега бўлган ҳаводаги қурилмалар учун қурилма ишлаб чиқарувчиларнинг дастурларига мувофиқ ҳаво оқими тезлигини аниқлашга рухсат берилади.

Хулоса қилиб айтиш мумкинки, энгил саноат биноларида ҳаво тезлигини назоратини аниқ ва тўғри амалга ошириш мақсадга мувофиқдир.

#### Адабиётлар.

1. Кокорин О.Я. Установки кондиционирование воздуха. -М.: Машиностроение.
2. СНиП 2.04.05-91\* Отопление, вентиляция и кондиционирование. -М.: ГУП СПП, 1998.
3. Рашидов Ю.К, Саидова Д.З "Исиклик, газ таъминоти ва вентиляция" ўқув қуланма. Тошкент, ТАҚИ 2002 й.

УДК: 662.95. А.60

**АҲОЛИ ХОНОДОНЛАРИДА ТОЗА ҲАВО КИРИТИШ БЎЙИЧА МАСАЛА ЕЧИМЛАРИ****Исмоилов А.И., ўқитувчи; Танибердиев Ш.Х., ўқитувчи; Ибрагимов Д., магистр**  
Самарқанд давлат архитектура қурилиш институти

Создание микроклимата для людей в системе вентиляции является одним из основной задачей инженеров. В настоящей статье приводятся новый подход решение удаления вредных веществ и подача необходимого количество свежего воздуха в помещенные.

**Ключевые слова.** свежего воздуха, воздушный баланс, воздуха влагосодержание, углекислый газ.

Creating comfort for living mankind, namely creating exchanging air system of microclimate is an important duty of engineers. That's why, summary of the article consist of these that to supply enough air in the room, so it is new unraveling that extracting quantity of harmful substance.

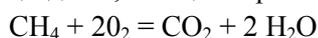
**Keywords.** air fresh, air balance, moisture of air, harmful matters.

Республикамизда шу давргача қурилган ва янги қуриладиган кўп қаватли уйларнинг хонадонларига инсонларнинг яхши кулай, шароитда яшашлари учун барча кулайликлар қилинган. Хоналарга тоза ҳаво етказиб беришдаги жаранларни ўрганган ҳолда микроклимни янги усулда таъминлаш мақоланинг асосий мазмунини ташкил этади.

Хонадонларга сув таъминоти, газ таъминоти, электр энергия таъминоти, канализация системаси, иссиқлик таъминоти, иссиқ сув таъминоти киритилган ва чиқиш вентиляцияси шамоллатиш шахтаси каналига уланган. Кўп қаватли уйларнинг хонадонларида газ таъминотидан фойдаланишда, хонадон ошхонасида доимий 60 м<sup>2</sup>/соат ҳаво алмадини бўлиб туриш керак. Ушбу ҳаво алмашувини олимларимиз ёғочдан ясалган эшик ва дераза ромлари орасидан тирқишидан ҳаво олماшуви бўлади деб ҳисоблашган.

Ҳозирги вақтга келиб аввал қурилган ва ҳозирги қуриладиган кўп қаватли уйларнинг хонадонлардаги эшик ва дераза ромлари пластик материаллардан (қурилмоқда) ўрнатилмоқда. Ушбу эшик ва дераза ромлари ҳаво ўтказмасилиги ва шовқин ўтказмаслиги тўғрисида тўхтовсиз рекламалар бўлиб турибди. Қурилиш нормативи ва қоидаларига қўйилган талабга кўра газ таъминоти киритилган хонадонлардаги ошхона деразасидаги форточка доимий ташқари тарафга очик бўлиши керак ва деразалар ҳам ташқи тарафга очилиши керак. Ҳозирги пластик материаллардан ясалган ромларнинг профилини тесқари томонга алмаштириш керак деган фикр билдираман.

1 м<sup>2</sup> метан – СН<sub>4</sub> гази ёниши учун назарий жиҳатдан 9,5 м<sup>3</sup> ҳаво аралашмаси керак.



1 м<sup>3</sup> метан - СН<sub>4</sub> газ ёнишидан 1 м<sup>3</sup> углекислий газ ва 2 м<sup>2</sup> сув буғи ҳосил бўлади. Амалий жиҳатдан ҳисоблаганда 1 м<sup>3</sup> метан СН<sub>4</sub> газ тўлиқ ёниши учун 11,5 м<sup>3</sup> ҳаво керак бўлади. Ҳозирги қуриладиган кўп қаватли уйларнинг хонадонларини иссиқлик таъминоти ва иссиқ

сув таъминоти учун бир ва икки контурли сув иситкичларга рухсат берилмоқда. Агар битта хонадонда газ плитасидан ва газ таъминотидан фойдаланадиган сув иситкичдан фойдаланиб хонадони иситсак ўртача 2-3 м<sup>3</sup>/соат метан – СН<sub>4</sub> газини ишлатамиз нормал ҳолатда ҳаво алмадини бўлмагандан кейин ушбу кўп қаватли уйларнинг хонадонларида газнинг тўлиқ ёнмаслиги натижасида инсонларни захарловчи углерод оксиди – СО<sub>2</sub> ис гази ҳосил бўлади ва инсонларга ҳалокатли таъсир қилади.

Хоналада ажралиб чиқаётган зарарли моддалар миқдорини ҳисоблаш.

Хонада яшовчи инсонлар ҳам ҳавога иссиқлик, намлик, СО<sub>2</sub> ва бошқа газлар ажратадилар. Унинг натижаси хонадаги ҳаво таркиби ва физик ҳолати ўзгаради, бу еса одам ўзини яхши ҳис этишига, унинг сиғимига таъсир этади ва яшаш шароитини ёмонлаштиради. Вентиляцияни ҳисоблашда хонага кираётган иссиқликни ва ажралаётган зарарли миқдорларни аниқлаш керак.

$$\sum_{i=1}^n Q_{ки} = Q_{одам} + Q_{газ\ плита} + Q_{сув\ иситгич}$$

Хонадаги ҳаво ва зарарли моддалар мувозанат тенгламалари.

Вентиляция қилинадиган хонадаги ҳаво балансининг тенгламасини тузиш ҳаво массасининг сақланиш қонунига асосланган.

Умумий ҳолда хонада “n” ҳаво кирувчи ва “m” ҳаво чиқарувчи тизимлар ва тирқишлар бўлганда ҳаво мувозанат тенгламаси куйидагича ёзилади.

$$\sum_{i=1}^n G_{ки} - \sum_{i=1}^m G_{чик} = 0$$

Ҳаво мувозанат тенгламасини тузганда табиий ва сунъий вейиляция тизимларини, ишлаб чиқарувчанлигини, ҳамда ташқи тўсиқлардаги очик тирқишлардан ва тўсиқлардан зичлик бўлмаганлиги сабабли, кирадиган ҳаво сарфи ҳисобга олинади.

Вентиляция қилинадиган хонадаги иссиқлик тенгламаси иссиқлик энергияси сақланиш қонунига асосланган.

$$\sum_{i=1}^n Q_{ки} - \sum_{i=1}^m Q_{чик} = 0$$

бу ерда  $\sum_{i=1}^n Q_{ки}$  - хонага кираётган иссиқлик йиғиндиси,  $\sum_{i=1}^m Q_{чик}$  - хонадан йўқолаётган иссиқлик йиғиндиси.

Вентиляция қилинадиган хонадаги намлик тенгламаси зарарликлар массасининг сақланиш қонунига асосланган. Хонага кириб келувчи ҳавонинг намлигини ва хонадан чиқариб юборилаётган ҳавонинг намлиги ҳисобга олинади.

$$\sum_{i=1}^n G_{ки} * d / 1000 - \sum_{i=1}^m G_{чик} * d_c / 1000 = 0$$

Агарда хонада намлик содир бўлса, унда мувозанат тенгламасидан чиқаётган намликнинг миқдорини ҳисобга олиниши керак.

$$W_n + \sum_{i=1}^n G_{ки} * d_{ки} / 1000 - \sum_{i=1}^m G_{чик} * d_{чик} / 1000 = 0$$

Келтирилган мувозанат тенгламалари асосида хоналарда алмашинувчи ҳисобланади. Агар биз ушбу хонадонларга тоза ҳавони подьезлардан олсак мақсадга мувофиқ бўлади.

Хонада ажраладиган намлик миқдорларини кўйидадилар ташкил қилади:

$$\sum W_i = W_{одам} + W_{к.суб.} + W_{мат} + W_{адр.} + \dots \text{ д/соат}$$

бу ерда:

$W_{одам}$  – одамлардан;  $W_{к.суб.}$  - қайнаётган сувни очик сатҳидан;  $W_{мат}$  - намландан материал ва ашёлардан;  $W_{адр}$  - ишлаб чиқариш адредат ва қувурлар тешикларида;

Одамлардан ажраладиган намлик миқдори кўйидади ифодадан аниқланади.

$$W_{одам} = w \cdot n, \text{ м/соат,}$$

бу ерда  $w$  - битта одамдан ажраладиган намлик, м/соат, адабиётлардан аниқланади;  $n$  - одамлар сони.

Бир нафар одамдан ажраладиган намлик миқдори, м/соат

Қайнамаётдан сувнинг очик сатҳидан ажраладиган намликнинг миқдори келтираётган иссиқлик оқимига боғлиқ, унинг қиймати технологлар берадиган маълумотлар асосида олинади

**Хулоса.** Таклифимиз янги қурилаётган кўп қаватли уйларнинг хонадонларини лойиҳалашда доимий ҳаво алмашуви бўлиши учун ҳар бир хонадан ошхонасига ҳаво кириш туйнуклари ўрнатилиши ёки очилиши керак. Аввал қурилган кўп қаватли уйларнинг ошхоналарига ҳам ҳаво алмашувини нормал ҳолатга келтириш учун ҳаво туйнуклари очилишини таклиф қиламиз.

Агар ушбу таклиф амалда қўлланилса инсонларнинг ис газидан заҳарланиш ҳолатининг олдини олган бўламиз.

#### Адабиётлар:

1. Кокорин О.Я. Установки кондиционирование воздуха. -М.: Машиностроение.
2. СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. -М.: ГУП ЦПП, 1998.
3. Рашидов Ю.К., Саидова Д.З. "Иссиқлик, газ таъминоти ва вентиляция" ўқув қулланма. Тошкент ТАҚИ 2002 й.

## АВТОМОБИЛ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЗАВОДИНИНГ СУВ ТАЪМИНОТИ ВА КАНАЛИЗАЦИЯ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ

Норқулов Б.М., Таджиева Д.О., Ибрагимова А.Х.

Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Саноат корхоналарини лойиҳалашда (автомобил ишлаб чиқариш заводи) корхонанинг сув таъминоти ва канализация тармоқлари, сувни қабул қилиб олиш, унинг сифат кўрсаткичлари, уни тозалаш ва узатиш иншоотлари, сувдан такрорий фойдаланиш бўйича тавсиялар келтириб ўтилган.

**Калит сўзлар:** муаллақ модда, эфир аралашмаси, қаттиқлик, ишқорийлик, концентрация, манба.

**Кириш.** Ўзбекистон Республикаси сув ҳўжалигини ривожлантириш табиатни муҳофаза қилиш ва асраш экологик тоза муҳит ҳолатини сақлаб қолиш ва яхшилаш ҳамда аҳолини соғломлаштиришда сув ва унинг моҳияти катта. Республикамизда кейинги йилларда саноат ва қишлоқ ҳўжалигининг юксалиши, инсон турмуш шароитининг ўсиши, шаҳар ва қишлоқларнинг ободонлашиб бориши, сувнинг сифатига бўлган талаблар бу омиллар ўсиши билан янада ошириб боради.

Шу жиҳатдан сув манбаларининг ифлосланиш жараёнини олдини олиш чораларини тўғри белгилаш долзарб масаладир. Сув ҳавзаларини ифлослантирувчи асосий манба саноат корхоналаридан чиқаётган оқовалар ҳисобланади. Автомобил ишлаб чиқариш корхонасидан ҳосил бўлган оқова сувларни сув ҳавзаларига кўшишдан аввал оқова сув сифат кўрсаткичлари текшириб кўрилади ва тозаланиши

керак бўладиган оқова сувлар зарарсизлантириб сўнг канализация тармоғига ташлаш руҳсат этилади.

**Тадқиқот мақсади:** Автомобил ишлаб чиқариш заводида сувни асосан, куйидаги тайёр маҳсулотни ювишда, бўяш цехларида, деталларни тайёрлаш жараёнида ва маҳсулотни бўяшдан олдин тозаланишида яъни ювишда, шунингдек, гидрофилтрлар тизимида лаборатория ва АБК бинолари учун ишлатилади. Металларни қошлаш цехларида сувли эритмалар ҳамда деталларни ювишда ускуналарни совитишда ишлатилади. Умумий йиғиш жараёнида бўяшдан олдин тайёр маҳсулотлар маҳсус ювиш машиналарида сув билан ювилади, двигателларни совутиш мосламаларига сув тўлдирилади. Автомобилларни сув ўтказмасликка синаб кўриш маҳсус ёмғир қурулмалари ёрдамида амалга оширилади. Йўл синовларидан кейин автомобиллар маҳсус ювиш хоналарида

ювилади. Сувнинг истеъмоли турар-жой худудларида, душ хоналарида, ошхоналарда ишлатилади. Автомобил ишлаб чиқариш заводида сув таъминоти тизими такрорий ишлатиш турига кўра, айланма ва бир марта ишлатилган тизимлардан иборат. Айланма тизимда сув асосан, компрессорларни совутиш учун ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади. Бир марта ишлатилган тизимдаги сув таъминоти тизимлари эса автомобилларни бўяшдан олдин ювиш ва аккумуляторларга сув қўйиш мақсадлари учун ишлатилади. Автомобил ишлаб чиқариш заводининг канализация тизими 3 тармоқдан иборат: майший, саноат ва ёгингарчилик оқоваларидир. Таъкидлаб ўтиш керакки, майший ҳамда саноат оқова сувлари алоҳида яъни ишлаб чиқаришдан ҳосил бўладиган оқова сувлар олдин тозалаш иншоотига юборилади майший оқова сувлар тўғридан-тўғри ташки канализация тармоғига ташланади. Ёмғир оқовалари махсус каналлар орқали оқиздирилади.

**Тадқиқот методи:** Аниқланган маълумотлар асосида автомобил ишлаб чиқариш заводининг сув ва канализация таъминоти тизимларини қўллашда унга қўйилган талаблар келтириб ўтилган. Манбадан олинаётган сув таркиби аниқланиб, автомобил ишлаб чиқариш заводига берилаётган сувнинг таркиби аниқланади ва ишлаб чиқариш хўжалик-майший мақсадларида узатилади. Канализация тизимига ташлашдан олдин автомобил заводидан ҳосил бўлаётган оқова сувларни чуқур тозалаш бўйича қуйидаги маълумотлар келтирилган.

**Тадқиқот натижалари:** Автомобил ишлаб чиқариш заводига бир маҳсулот учун сувнинг бирлик сарфлари ва ҳосил бўладиган оқова сув сарфлари қуйидаги 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

№	Номланиши	Ўлчов бирлиги	Миқдори
1.	Маҳсулот ёки хом-ашё бирлиги	1 дона	Автомобил учун
2.	Сув таъминоти системаси	м <sup>3</sup>	Тўғридан-тўғри ва айланма
3.	Тўғридан-тўғри ва айланма	м <sup>3</sup>	90
4.	Техник талаб учун	м <sup>3</sup>	6,1
5.	Ишлаб чиқариш маҳсулоти учун	м <sup>3</sup>	10,7
6.	Хўжалик-ичимлик мақсадлари учун	м <sup>3</sup>	3,4
<b>Бирлик маҳсулотидан чиқадиган оқова сув сарфи</b>			
7.	Ифлосликлардан тозалашни талаб қиладиган	м <sup>3</sup>	12,2
	Ишлаб чиқариш	м <sup>3</sup>	8,4
	Майший	м <sup>3</sup>	3,4
8.	Махсус тозалаш талаб қилмайдиган	м <sup>3</sup>	0,4
9.	Филтёр чўкмаларидаги сувлар	м <sup>3</sup>	0

Автомобил ишлаб чиқариш заводининг сув таъминоти тизимида ишлатилган сувлар сифатига қўйилган талаблар. Фойдаланиш мақсадларига қараб саноат сувларига турлича талаблар қўйилади. Автомобил ишлаб чиқариш заводининг эритиш цехлари учун сувнинг сифат кўрсаткичлари совутиш жараёнида сув таркибидаги туз миқдори, ранги, лойкалиги ичимлик даражасида бўлишлини эътиборга олган ҳолда қуйидаги талаблар қўйилади.

2-жадвал

№	Кўрсаткичлар номи	Ўлчов бирлиги	Сувни сифат кўрсаткичлари
1.	Ҳарорат	°С	18
2.	Муаллақ модда	мг/л	40 гача
3.	Эфир эритмаси	мг/л	20
4.	рН	-	7-8
5.	Умумий қаттиқлиги	Мгэкв/л	4 гача
6.	Умумий ишқорийлик	Мгэкв/л	2 гача
7.	Темир умумий миқдори	мг/л	2 гача

Автомобилларни бўяшдан олдин ва аккумуляторларга сув қўйиш мақсадлари учун сувнинг сифатига қўйилган талаблар.

1. Қаттиқлиги -0.01 Мгэкв/л
2. Ишқорийлиги -0.02 Мгэкв/л
3. Кремний кислотасининг миқдори 5 мг/л дан кам.

**Автомобил ишлаб чиқариш заводининг оқова сувлари характеристикаси:**

Автомобил ишлаб чиқарувчи заводлардаги оқова сувларнинг таркибидаги нефть маҳсулотлари ва механик аралашмалар, ишқорлар, кислоталар, хром ва шунга ўхшаш аралашмалар бўлади.

3-жадвал

№	Кўрсаткичлар номи	Ўлчов бирлиги	Оқова сувлар	
			Тозалангунча	Тозалангандан кейин
Таркибида механик аралашмалар бўлмаган механик сувлар				
1.	Муаллақ моддалар	Мг/л	126	2.4
2.	Нефть маҳсулотлари	Мг/л	0.16	0.04
3.	рН	-	8.76	8.16
Кислоталар, ишқорлар, металл тузлари ҳамда хром билан ифлосланган чиқинди сувлар				
1.	рН	-	6.76	8.16
2.	Хром	Мг/л	0.4	0.3
3.	Никель	Мг/л	0.5	0.4
4.	Мис	Мг/л	5.6	1.2
5.	Рух	Мг/л	24.2	10.1
6.	Темирнинг умумий миқдори	Мг/л	0.05	0.04
Таркибида ифлосланган суюқ мой, содали аралашмалар, суртмас суюқликлар бўлган чиқинди сувлар				
1.	рН	-	9.71	8.16
2.	Муаллақ модда	Мг/л	3.2	2.4
3.	Эфир аралашмаси	Мг/л	646	0.02

Ёмғир оқова сувларини ифлос нефт махсулотлари ёғ-мой ҳамда бошқа нарсалар билан ифлосланган бўлади. Автомобил ишлаб чиқариш заводида оқова сувларнинг ифлосланиш концентратсияси 3-жадвалда берилган.

Шунинг автомобил ишлаб чиқариш заводи-нинг автомобиль ишлаб чиқариш технологияси бошқа хорижий давлатларнинг автомобилсозлик заводларидан фарқ қилади. Шунинг учун оқова сувлар таркиби ва уларнинг концентратсияси лаборатория анализи усули билан аниқланди ва уларнинг натижалари 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

№	Кўрсаткичлар	Ифлосланиш даражаси, мг/л			
		Оқова сувлар	Кимёвий оқова	Мойли оқова	Тозаланган
1.	pH	8,76	6,76	9,71	8,16
2.	КХЭ	362	236	567	191
3.	КБЭ	72,4	45,7	113,3	32,7
4.	Умумий каттиклик	17,50	16,00	4,00	5,25
5.	Кальций	80,2	40,1	20,0	20,0
6.	Магний	164	170	36,5	51,7
7.	Натрий-калий	1094	848	2284	1774,8
8.	Хлоридлар	142	397	92,2	850
9.	Сульфатлар	2477	1632	1920	1978
10.	Гидрокарбонатлар	2288	375	3477	854
11.	Менераллаш	6245	3462	7840	5526
12.	Аммоний азот	0,95	3,85	0,06	4,5
13.	Нитратли азот	0,532	2,736	0,00	3,040
14.	Нитритли азот	5,32	27,4	0,66	26,1
15.	Фосфатлар	0,15	67,5	72,5	1,05
16.	Темир	0,02	0,05	0,12	0,04
17.	Хром 6 оксиди	0,0	0,4	6,1	0,3
18.	Мис	2,6	5,6	4,2	1,2
19.	Рух	12,4	24,2	0,01	10,1
20.	Нефт махсулотлари	0,16	0,12	0,10	0,04
21.	Сирт фаол моддалар	0,42	0,35	0,11	0,13
22.	Муаллақ моддалар	126	2,8	3,2	2,4
23.	мой	0,12	0,06	315,0	0,2

УДК 628,04

### РАСЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ВЗВЕШЕННОЙ ЧАСТИЦЫ В ТОНКОСЛОЙНОМ ОТСТОЙНИКЕ

Алладустов Улугмурод - ст преподаватель,  
Жуманов Отабой - доцент., Хамдамова Интизора - магистрантка  
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт

Оқова сувларни юпка қатламли сув тиндиргичда тозалашда параллел жойлашган иккита пластинка орасидаги муаллақ заррачанинг ҳаракати назарий жиҳатдан ҳисоб қилинган. Пластинкалар узунлиги, улар орасидаги масофа, қурилма қиялик бурчаги ва заррачанинг гидравлик йириклиги ўртасидаги боғлиқлик ҳамда сувнинг тозаланиш даражасига таъсири ўрганилган.

Рассматривается тонкослойного осветления сточных вод и расчет движения взвешенной частицы между двумя параллельными пластинами. Задача сводится к определению зависимости величины  $l$  от гидравличе-

**Хулоса:** Хулоса сифатида шуни таъкидлаш лозимки, автомобил ишлаб чиқариш заводида ишлатиладиган сувларни айланма ва кетма-кет тарзда лойиҳалаш мақсадга мувофиқ бўлади. Сув манбадан олингандан кейин махсулот учун керакли миқдорда ва керакли даражада тозаланиб, махсулотни ишлаб чиқариш учун узатилади. Тизимда айланма сув таъминоти тизимини қўллаш орқали сув сарфини 60% гача тежашига эришилади ва келтирилган маълумотлар асосида сувнинг таркиби тозалаш талаб этидиган даражасида амалга оширилади ҳамда тизимга қайта ишлатиш учун узатилади. Айрим цехларда сув исийди лекин ифлосланмайди бу ҳолатда сув совутилади ва кейинги цехга узатилиши мумкин. Ишлаб чиқариш корхоналарида сувнинг тан-нархи катталигини инобатга олган ҳолда сув заводнинг ўзида тозалаш ва уни қайта такрорий ишлатиши мақсадга мувофиқ бўлади. Автомобил ишлаб чиқариш заводида оқова сувларни 4-жадвалга асосан тозалаш талаб этилди ва канализация тизимига ташлаб юбориш мумкин булади. Саноат оқоваларидаги ифлосликлар улуши рухсат этилган улушлардан ошмаган пайтда саноат оқоваларини маиший оқовалар билан бирга оқишиш ва тозалаш техник иқтисодий асосида ҳал этилади. Саноат оқоваларида ифлосликлар улуши рухсат этилган меъёрлардан ортик бўлган ҳолларда улар локал тозалаш иншоотларида дастлаб тозаланади.

#### Адабиётлар:

1. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отноской промышленности. Москва. Стройиздат 1978 г. [320-322], [340-341]
2. КМК 2.04.02-97 «Сув таъминоти ташқи тармоқлар ва иншоотлар». Тошкент 1997 й. [129-138], [85-87] бетлар.
3. Белан А.Е., Хоружий П.Д. «Проектирование и расчет устройств водоснабжения». Киев. Будвельник. 1981 г.
4. Соатов У.А., Гадаев А.Н., Бобоева Г.С. «Сув қабул қилиш иншоотлари». Самарканд 2005 й. [26-31] бетлар.

ской крупности  $u_0$ , гидравлической нагрузки на отстойник  $u$ , угла наклона пластин  $\alpha$  и расстояние между ними  $d$ .

Thin-layer clarification of wastewater and calculation of the movement of a suspended particle between two parallel plates are considered. The task is to determine the dependence of the magnitude on the hydraulic size, hydraulic load on the sump, the angle of inclination of the plates and the distance between them.

Грубодисперсные примеси выделяют из сточных вод чаще всего отстаиванием, флотацией и фильтрованием. Выбор методов осветления сточных вод зависит от дисперсности частиц, физико-химических свойств и концентрации примесей, расхода сточных вод, требуемой степени осветления и т.д.

Отстойники различной конструкции представляют собой резервуары с системой устройств для ввода и вывода обрабатываемой жидкости, узлом выгрузки осадка и, в ряде случаев, камерой хлопьеобразования.

Отстойники непрерывного действия делятся на вертикальные, горизонтальные, радиальные и тонкослойные.

В последнее время все более широко применяются отстойники и осветлители с малой глубиной осаждения-тонкослойные (пластинчатые).

В общем случае пластинчатый отстойник состоит из камеры, в которую помещаются параллельные наклонные пластины под углом  $30-60^\circ$ . взвешенные частицы, скорость которых меньше скорости движения жидкости, осаждаются на поверхности пластин и сползают затем в шламовое пространство.

Рассмотрим движение взвешенной частицы между двумя параллельными пластинами с расстоянием между ними  $d$ , установленными наклонно под углом  $\alpha$  (рис.1).

Частицы с гидравлической крупностью (скоростью осаждения)  $\vec{u}_0$ , находится в точке А. Вода движется между пластинами со скоростью  $\vec{v}$ . Следовательно, движение частицы определяется действием двух векторов  $\vec{u}_0, \vec{v}$ , составляющая которых представляет собой вектор  $v_2$ , направленный под углом  $\beta$ .

Скорость движения воды определяется гидравлической нагрузкой  $\vec{u}_0$  и углом наклона  $\alpha$ :

$$\vec{v} = \frac{u}{\sin \alpha} \quad (1)$$

Гидравлическая нагрузка зависит от расхода воды  $Q$  и площади поперечного сечения отстойника  $S$ :

$$u = \frac{Q}{S} \quad (2)$$

При ламинарном течении воды между пластинами частица проходит путь из точки А в точку В и оседает на пластине на расстоянии  $\ell$  от ее нижнего края.

Таким образом задача сводится к определению зависимости величины  $\ell$  от гидравлической крупности  $u_0$ , гидравлической нагрузки на отстойник  $u$ , угла наклона пластин  $\alpha$  и расстояние между ними  $d$ . Для полного математического описывания процесса осаждения взвешенной частицы вводим дополнительные обозначения:

- а-расстояние между пластинами в горизонтальной плоскости;
- в-проекция линии АВ на горизонтальную плоскость;
- с- проекция линии СВ на горизонтальную плоскость;
- h-высота подъема частицы;
- $v_x$  - проекция векторов  $\vec{v}$  и  $\vec{v}_2$  - на горизонтальную плоскость.

Из рис.1 видно, что указанные величины можно представить следующим образом:

$$a = v - c \text{ Из соотношения, } a = v - c \text{ находим}$$

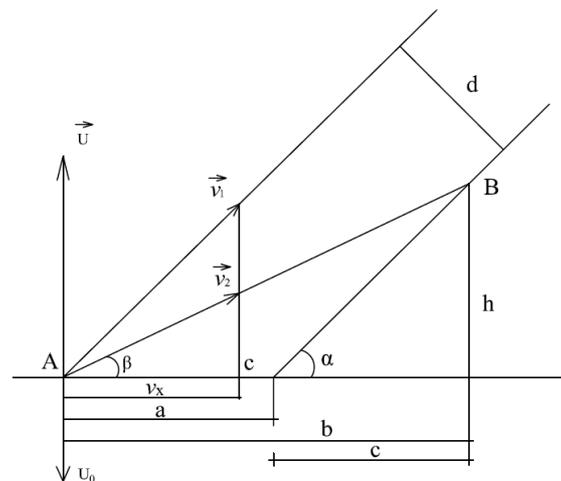


Рис.1. Схема движения взвешенной частицы в тонкослойном элементе

$$\frac{d}{\sin \alpha} = \frac{\ell \cdot \sin \alpha}{\text{tg} \beta} - \frac{\ell \cdot \sin \alpha}{\text{tg} \alpha} \text{ или}$$

$$\frac{d}{\sin \alpha} = \frac{\ell \cdot \sin \alpha \cdot (\text{tg} \alpha - \text{tg} \beta)}{\text{tg} \alpha \cdot \text{tg} \beta}$$

отсюда  $\ell = \frac{d}{\sin^2 \alpha} \cdot \frac{\text{tg} \alpha \cdot \text{tg} \beta}{\text{tg} \alpha - \text{tg} \beta}$  (3)

Далее  $v_x = \frac{u}{\text{tg} \alpha} = \frac{u - u_0}{\text{tg} \beta}$  отсюда

$$\text{tg} \beta = \text{tg} \alpha \cdot \frac{u - u_0}{u} \quad (4)$$

Решая совместно соотношения 3 и 4 находим:

$$l = d \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{u}{u_0} \right) \quad (5)$$

Введя обозначения  $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin^2 \alpha} = \beta$  и  $\frac{u}{u_0} = r$ , получим

$$l = d \cdot \beta \cdot (r - 1) \quad (6)$$

Анализ модели (6) показывает, что рабочая длина пластин отстойника линейно зависит от расстояния между пластинами. Множитель  $\beta$ , как функция угла наклона пластин имеет минимум при  $45^\circ$ , следовательно, для такого угла рабочая длина пластин наименьшая.

При больших значениях  $r$  (значительно превышающих 1) рабочая длина пластин обратно пропорциональна гидравлической крупности  $u_0$ .

Если известно распределение частиц суспензии до гидравлической крупности, то используя модель (6), можно найти степень ее очистки в отстойнике с определенными параметрами при заданном расходе воды, или решать обратную задачу-рассчитать параметры отстойника, достаточные для достижения заданной степени очистки.

При известном расходе воды и параметрах отстойника ( $Q$ ,  $S$ ,  $d$ ,  $l$ ,  $\alpha$ ) определяется критическая гидравлическая крупность, рабочая длина пластин для которой равна эффективной длине пластин отстойника. Для этого модель (6) преобразует следующим образом:

$$u_0 = \frac{Q}{3,6S} \cdot \frac{dB}{l + dB} \quad (7)$$

В уравнение (7) для величин приняты следующие единицы измерения: гидравлическая крупность (мм/с), расход воды (м<sup>3</sup>/час), пло-

щадь поперечного сечения (м<sup>2</sup>), длина пластин и расстояние между ними (мм).

Очевидно, что частицы с  $u_0 > u_{кр}$  осветляются на 100%. Степень осветления частиц с  $u_0 < u_{кр}$ , определяется, исходя из предположения равномерного распределения одинаковых частиц в объеме суспензии. В таком случае на эффективной длине пластины оседает доля частиц, пропорциональной отношению эффективной длины к рабочей длине, рассчитанной по модели (6):

$$\Theta = \frac{l_{эф}}{l_p} \cdot 100 \quad (8)$$

Распределение частиц по фракциям можно представить в виде:

$$\sum_{i=1}^n v_i = 1 \quad (9)$$

где,  $v_i$  - доля  $i$ -й фракции в суспензии.

Для каждой из  $n$  -фракций рассчитывают степень осветления по формуле (8) для средней гидравлической крупности.

Степень осветления определяют следующим образом:

$$\Theta = \sum_{i=1}^n \Theta_i v_i \quad (10)$$

где,  $\Theta_i$  - степень осветления  $i$ -й фракции.

#### Литература:

1. Шпаковский Э.П. Отстаивание сточных вод в тонком слое /Сборник научных трудов «Очистка и использование природных и сточных вод», Минск, 1973.
2. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. М., МТИПП, 1991

УДК 697.34

### ISSIQLIK TA'MINOTI TIZIMINI INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA LOYIHALASHTIRISH.

**Maxmudov Ruzmat** - dotsent texnika fanlar nomzodi; **Umirova Umida** - magistr Samarqand davlat arxitektura-qurilish Instituti.

Maqolada qurilish montaj ishlarini tannarxi va uni davomiyligi loyiha yechimiga bog'liq. Yangi texnika va texnologiyalarni issiqlik ta'minoti hamda ventilyatsiyada amalda tadbiriq qilish issiqlik ishlab chiqarish qozonxonalarni loyihalashda yuqori foydali ish ko'effitsentiga ega va kam harajat ketadigan darajada loyihalashtirish.

**Kalit so'zlar:** montaj ishlar, yangi texnika va texnologiyalar, qozonxonalarni loyihalashtirish, kam harajat, yuqori foydali ish ko'effitsenti.

In the article, the cost of construction assembly and its duration depends on the design solution. The introduction of new techniques and technologies in heat supply and ventilation Design of heating plants with high efficiency and low cost.

**Keywords:** mounting works, new techniques and technologies, boiler design, low cost, high efficiency

В статье стоимость строительной сборки и ее продолжительность зависят от проектного решения. Внедрение новых технологий и технологий в теплоснабжении и вентиляции. Проектирование тепловых котельных с высокой эффективностью и низкой стоимостью.

**Ключевые слова:** монтажные работы, новые технологии и технологии, конструкция котла, низкая стоимость, высокая эффективность.

Qurilish montaj ishlarining tannarxi va uni davomiyligi loyiha yechimiga bog'liq. Demak faqatgina loyihalashtirilayotgan ob'ektda yangi texnikalarni rivojlanish yo'nalishlarini o'rgangan holdagina optimal variantini topish mumkin. Yangi texnika, avvalo mexanizatsiya va avtomatlashtirish issiqlik gaz ta'minoti va ventilyatsiya tizimlarida keng ko'lamda qo'llaniladi. Yuqori quvvatga ega isitish va issiqlik ishlab chiqarish qozonxonalarini loyihalash sezilarli darajada oshdi. Hozirgi kunda bu qozonxonalarda yuqori foydali ish koeffitsientiga ega qozonlarni o'rnatish ko'zda tutilib, ishlab chiqarish jarayonlari to'liq maksimal darajada mexanizatsiyalashgan, gazlashtiriladigan qozonxonalarni ishlashi, qozonxonalarni markaziy dispetcherlik punktidan avtomatlashtirilgan holda sozlashga loyihalangan. Loyihalanaotgan variantni qabul qilishda iqtisodiy samaradorlik unda yig'ma konstruksiya va elementlarni qabul qilinishi darajasiga bog'liq bo'lib, tizimdagi kapital mablag'ni va montaj ishlarini muddatini qisqartiradi.

Issiqlik tarmoqlarida yig'ma elementlarni keng ko'lamda qabul qilish va quvur shaklidagi temir beton silindrik qobiqlar, yig'ma issiqlik izolyatsiyasi, kanallar, kameralar. Yig'ma konstruksiyalar issiqlik tarmog'i 20-25% pasaytiradi.

Blokli suv tayyorlash qurilmalarini, blokli ekonomayzerlarni, yirik o'lchamli yig'ma qurilish konstruksiyalarni, blokli qozonlarni qabul qilish (ishlatish) qozonxonalar tannarxini pasaytiradi.

Loyihalashtiruvchilarni bosh vazifasi loyihalashda yangi texnikalarni namoyish etish va uni tezda amaliyotga tadbiiq etishni ta'minlashdir.

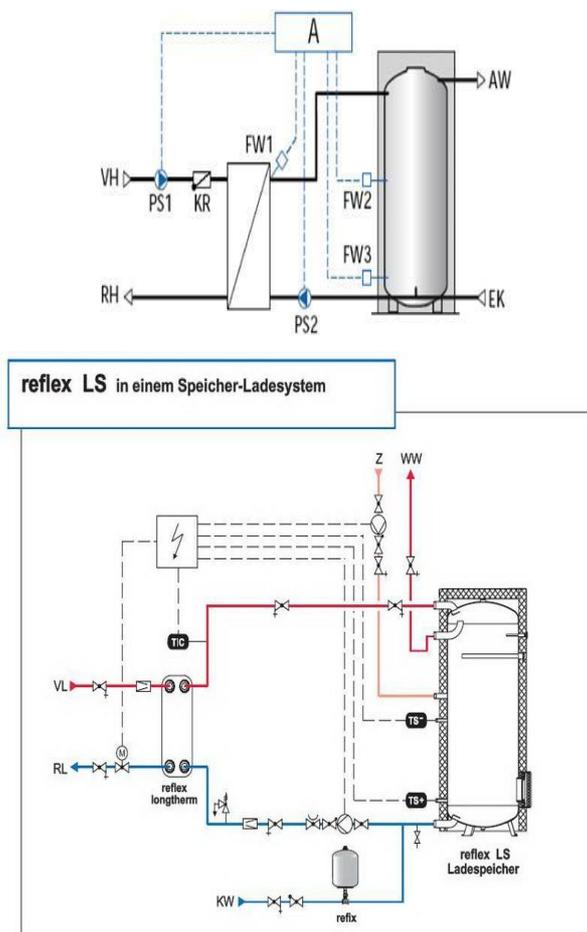
Issiqlik ta'minoti tizimini loyihalashtirishda ko'p hollarda variantlarni taqqoslashga asoslanib, bittasi past kapital mablag'sarflanishiga egabo'lsa, ikkinchisi esa past (kichik) ekspluatatsiya qilish harajatlariga ega, ya'ni quvur diametrlarini pasaytirishda kapital mablag' sarfi kamayadi, biroq elektr energiya sarfi oshadi; tizimni avtomatlashtirish kapital mablag' sarfini oshiradi, biroq ekspluatatsiya qilish xarajatlarini kamaytiradi. Tizimda ishlatiladigan buyumlar asosan qora metallardan yasali b bir qancha kamchiliklarga ega; ular korroziyaga moyil va og'ir, ularni montaj qilishda mehnat sarfi yuqori va boshqalar. Polimer materiallar esa, ularning ko'p muddat xizmat qilishi to'g'risida masalani o'rganilmaganiga qaramasdan, ular qora va rangli metallarga nisbatan bir qancha ustun: ular korroziyaga chidamli, yuqori o'tkazuvchanlikka ega, montaj qilishni oddiyliigi, sovuqqa chidamli va yuqori darajadagi elastiklikka ega (gidravlik zarblarda deformatsiyalanmaydi) ishlab chiqarishni tashkillashtirishda kam kapital mablag' talab qiladi.

Issiqlik ta'minoti tizimida qabul qilinadigan issiqlik tashuvchini (orada suvni harorati ham

yuqori o'rin tutadi. Issiqlik ta'minoti manbasining ta'sir doirasini oshirish va harakatlanayotgan issiqlik tashuvchini miqdorini kamaytirish natijada quvurlarning diametrini pasaytirishda harorati 150°C gacha (ba'zida 180°C gacha) bo'lgan suv ishlatiladi. Yuqori haroratli issiqlik tashuvchining ishlatilishi shunday tushuntiriladi, ya'ni 130-150°C gacha qizdirilgan suv, 95°C gacha qizdirilgan suvga nisbatan iste'molchiga yuqoriroq (ko'proq) miqdorda issiqlik beradi. Masalan, 130°C gacha haroratda bo'lgan 1kv suvni 70°C gacha sovitilsa isitish tizimiga 251, 4 KDj issiqlik ajraladi, 95°C gacha qizdirilgan suvning 1kg esa 70°C gacha sovganida faqatgina 104 KDj, ya'ni birinchi holatga nisbatan 2.5 baravar kam issiqlik beradi. Demak, issiqlik ta'minoti tizimida issiqlik tashuvchining haroratidam katta ahamiyat kasb etadi. Ikkinchin tomondan uzatuvchi quvurdagi tarmoq suvining haroratini oshirish tarmoqda sirkulyatsiya bo'layotgan suvning miqdorini kamaytiribgina qomasdan issiqlik iste'molidagi elektr energiyani ishlab chiqarishni pasaytirib, markaziy issiqlik elektr manbaining samaradorligini va tizimning gidravlik ish rejimini yomonlashtiradi (issiqlik tarmog'idagi bosim oshadi) Masalan, harorat 130°C bo'lganda tizimdagi suvning minimal bosimi 0.28 MPa suv harorati 150°C da 0.45 MPa. Issiqlik ta'minoti qozonxonalar orqali amalga oshirilganda uzatuvchi quvurdagi suvning haroratini oshirish doimo foydali suv haroratini qanchagacha oshirish chegarasi esa tizimning gidravlik rejimi shartidan va qozoning issiqlik berish yuzasida suvning qaynamaslik bosimi orqali o'rnatiladi. Masalan, suv harorati  $T_i=130^{\circ}\text{C}$  bo'lganida qozonga kirishdagi bosim  $3.7 \text{ kg/cm}^2$ , 150°C ga teng bo'lganda  $6.5 \text{ kg/cm}^2$  dan past bo'lmasligi zarur. Issiq suv bilan ta'minlash tizimidagi maxalliy suvning hisobiy harorati tuc.c quvurlarda korroziyani ortishi va ularda qayzoq qatlamini paydo bo'lishi sababidan chegaralanadi. Suv haroratining minimal qiymati esa ularda mikro b va mikroorganizmlarni rivojlanish xavfidan kelib chiqadi.

Demak, QMQ talablaridan kelib chiqqan holda issiq suv bilan ta'minlash tizimida suv qizdirgichlar yoki aralastirgichlardan chiqishdagi suv harorati 60°C dan past va 75°C dan yuqori bo'lmasligi zarur. Issiqlik tarmoqlaridan amaliyotda foydalanish shuni ko'rsatadiki tarmoqda korroziyani pasaytirishda suv haroratini pastki qiymatidan tanlash zarur; individual issiqlik punktlaridan so'ng 60°C va markaziy issiqlik punktlaridan (MIP) so'ng 65°C issiqlik ta'minoti tizimi QMQ tavsiyasiga muvofiq qabul qilinadigan issiqlik tashuvchi bo'yicha, ba'zi kelisholmagan hollarda texnik iqtisodiy hisoblashlar asosida tanlanadi. Turar joy hududlarida issiqlik ta'minoti

uchun ikki quvurli suvli issiqlik ta'minoti qabul qilinishi zarur, bo'lib, uzatuvchi quvur bir vaqtning o'zida isitish, ventilyatsiya va issiq suv ta'minoti uchun xizmat qiladi (aralashgan issiqlik ta'minoti tizimi) Maxsus issiq suv bilan taminlash tizimlarida molchilarga faqatgina issiq suv ta'minoti zarur bo'lganda qabul qilinadi.



To'rt quvurli suvli tizimlar ya'ni ikkita quvur isitish va ventilyatsiya tizimi uchun, ikkitasi esa issiq suv bilan ta'minlash tizimi uchun, kichik issiqlik sarfiga ega (81,5 kvт gacha) agarda ikki quvurli ochiq tizimni qbul qilish maqsadga muvofiq bo'lmay, issiq suv uchun ikki uchta markaziy issiqlik punktini qurmasdan suvni qozonxonada qizdirib foydaliroq bo'lganda qabul qilinadi. Bir quvurli issiqlik ta'minoti tizimi

shahardan 50 km tashqarida joylashgan markaziy issiqlik elektr manbai orqali ta'minlanganda, tarmoq suvini to'liq holda issiq suv bilan ta'minlashda yoki texnologik sarflar uchun qabul qilinib qaytuvchi quvurga hojat qolmaganda qabul qilinadi.

Bir quvurli tizimni tanlash texnik iqtisodiy hisoblashlar orqali asoslanadi. Hozirgi vaqatda, asosan yangi yirik massivlarni qurilishida, individual issiqlik punktlariga nisbatan markazlashgan issiqlik punktlariga ishonch ko'rsatiladi. Ularni ustunligi foydalanishdagi qulaylik. MIPsiz yirik issiqlik ta'minoti tizimlarini boshqarish qiyin bo'lib qoladi. Kamchiligi 1000 m<sup>3</sup> gacha bo'lgan hajimdagi binoni hamda issiq suv ta'minoti tarmoqlarida intensiv ravishda korroziyani mavjudligi sababli ko'pmiqdorda noyob ruxlangan quvurlarni talab qilinishidir. Issiq suv ta'minoti tizimida kuchli korroziyalanish xavfi tug'ilganda tajovuzkor vodoprovod suvida pH<8, 5 va undagi karbonat qattqlik >K<sub>K</sub><2 mgек/1 bo'lganda korroziyaga moyil bo'lgan tarmoqni uzunligini kamaytirish uchun MIP voz kechib I I P qabul qilishga to'g'ri keladi. Issiq suv ta'minotida suv qizdirgichlarni ulanish sxemalarda СНиП II-36-73 ga muvofiq, issiq suv ta'minoti uchun maksimal soatbay issiqlik sarfini Q<sub>IS</sub> hisobiy sarfiga nisbatan qabul qilinadi.

#### Adabiyotlar:

1. Богусловски Л.Д. Экономика теплоснабжения и вентиляции. -М.: Стройиздат.
2. Грингауз Ф.И 3. Проектирование теплоснабжения. Пешехопов Н.И – Киев: Виша школа. Головное изд-во. 1482-328 с
4. Однотрубные системы тепловыхсетей. Под ред. Н.К. Громова. -М-Л. Энергоиздат. 1962-208.
5. Зоколей С. Солнечная энергия и строительстве Пер. сангл \под Ю. Н. Малевикова. Стройиздат.1979-208 с
6. Еремкин А.И. и др. Экономика энергосбережения в системах отопления вентиляции и кондиционирования воздуха. -М. Изд-во ассоциация строительных ВУЗов. 2008 г.
7. Xoshimov F.A. Taslimov A.D. Energetika tejamkorligi. Toshkent, VORIS nashriyoti 2014 y.

## ЕР ОСТИ СУВЛАРИНИНГ ИФЛОСЛАНИШИ ВА УНИНГ ОЛДИНИ ОЛИШ ЧОРАЛАРИ

Нурматов П.А., Холов Ф.М., Усанова С., Гаффоров Б.

Самарканд давлат архитектура-қурилиш институти

Сув таъминоти учун манба сифатида ишлатиладиган ер ости сув захираларини ифлосланишига гидрогеокимёвий тўсиқ бўлиб хизмат қилаётган сизот (грунт) сувларининг таркибий ўзгаришларига қизиқиш йилдан-йилга ошиб бормоқда. Сизот сувлари ер усти сувлари билан бевосита боғлиқ бўлиб энг ҳимояланмаган

сув қатлами ҳисобланади. Сизот сувларига аэрация зонаси орқали турли хавф тоифасидаги ифлослантувчи моддаларни келиб қўшилиши эҳтимоли жуда катта. Шунинг учун кўп тадқиқотчилар сизот сувларини атроф мўҳит ҳолатини белгилловчи энг сезгир индикатор сифатида ишлатиш мумкинлигини таъкидлаб

келмоқдалар.

Сизот сувларининг таркиби ва сифат кўрсаткичлари аста-секин ўзгариб боради, тоғолди худудларда нисбатан тоза, текисликларга тушган сари ифлосланиш даражаси ошиб боради. Дарё водийларининг қуйи қисмида ер юзасининг нишаблиги деярли сезилмайди, тупроқ таркиби сараланган зич лёссимон, гилли, майда тоғ жинслари заррачаларидан тузилган бўлади. Бу жойлар сизот сувларининг “секин ҳаракатли” зонасига киради. Бу зоналарда ер ости сувларининг ҳаракати ниҳоятда секинлашганлиги сабабли ер ости сувининг таркибида тузларнинг эришига яхши шароит яратилади ва уларнинг миқдори кўпайиб боради, оқибатда тупроқ ҳам шўрланади. Бу зоналарда ер юзидан сувнинг буғланиши ҳам катта бўлади. Натижада ушбу сизот сувларининг таркибида юқори концентрацияли калийли, натрийли ва бошқа турли туз бирикмаларидан ташкил топган бўлади. Шунинг учун, текислик чўл минтақаларидаги сизот сувлари кўп ҳолларда ичишга яроқсиз ҳисобланади. Бундай сизот сувлари Қизилқум, Устюрт ва бошқа худудларда кенг тарқалган ва бу табиий ҳодиса Зарафшон водийсида ҳам кузатилади.

Бугунги кунда, ер ости сизот сувлари камдан-кам ичимлик сув таъминоти учун манба сифатида ишлатилади, аммо бу сувлар чуқурроқда жойлашган сув манбаларини билан бевосита боғлиқ ва уларни сув билан таъминлаши мумкин. Шу сабабли уларнинг чуқурроқ қатламларда жойлашган сув сифатига жуда сезиларли таъсир этиши мумкин.

Ер ости сувларининг ифлосланишга *мойиллигини* баҳолаш аниқ бир модда ёки бир неча моддалар билан ер ости сувларини ифлосланиш жараёнини ўрганишни ўз ичига олади. Ер ости сувларининг *ҳимояланганлиги* деб ифлослантнувчи моддаларни ер юзидан ер ости сув қатламига ўтишга қаршилик қиладиган табиий омиллар йиғиндисига айтилади [1]. Ўтган асрнинг 60-йилларидан бошлаб сув ресурслари ифлосланишини ифода этиш мақсадида ифлосланиш хариталари тузиш жуда кўл келди ва шунда гидрогеологлар томонидан мойиллик тушунчаси (уязвимость) ишлатила бошланди. Ўша пайтларда гидрогеологлар ер ости сув манбаларини ифлосланишига мойиллиги тушунчасини киритишни француз олими J. Margat [2] таклиф этган. МДХ мамлакатларида, яъни рус тилида бу маънода «защищенность», ёки «уязвимость» атамалари кенг ишлатила бошланди. Лекин бу атамаларнинг маъноси хар хил, «защищенность» бу манбанинг ҳимояланганлик даражаси, «уязвимость» эса ифлосланишга мойиллик маъноларини англатади.

Ер ости сувларининг мойиллигини сувнинг  $tw$  ва ифлосликнинг  $tc$  аэрация зонаси ва сизот

сувларда ўтиш даври бўйича ҳам баҳолаш мумкин. Аэрация зонаси ер юзи ва сизот сувлари қатлами орасида биринчи ва асосий ҳимояловчи тўсиқ (барьер) ҳисобланади. Сув билан тўйинган қатламда сувнинг ўтиш даври қуйидагича аниқланади:

$$tw = V/Q, \quad (1)$$

Бу ерда  $V$  – муҳит ҳажми,  $Q$  – танланган кесимда сув оқимининг сарфи.

Аэрация зонасида бир йўналишли оқимлар учун бу кўрсаткич қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$tw = X/Vw, \quad (2)$$

бу ерда  $X$  – аэрация зонаси қалинлиги;  $Vw$  – сувнинг аэрация зонаси орқали ўтиш тезлиги.

Ифлосликнинг геологик қатламда ўтиш тезлиги:

$$tc = tw R, \quad (3)$$

бу ерда  $R$  – қатламда ушлаб қолиниш фактори.

Дисперсия ва сувнинг сарфи аниқлаш мақсадида изотоп услуби қулай ҳисобланади. Масалан атмосфера ёғинларнинг аэрация зонаси орқали ўтиш даврини аниқлашда маълум сунъий изотоп ёмғир сувлари билан қўшилиб ер синдирилади ва қудуқларида пайдо бўлиши кузатилади. Сувнинг миграцион маълум тенгламалар ёрдамида аниқланади:

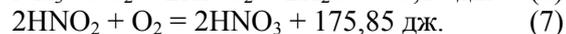
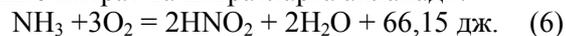
$$Q = Vw \omega; \quad (4)$$

$$tw = H / Vw = H \omega / Q; \quad (5)$$

бу ерда  $\omega$  – аэрация қатламининг нисбий намлиги,  $H$  – сувсиз қатламнинг қалинлиги.

Ер ости сувларига турли тоифали: жамланган ёки тарқоқ манбалардан ифлосликлар тушиши мумкин. Тарқоқ манба сифатида қишлоқ хўжалиги объектлар-суғориладиган ерлар киради. Охирги йилларда ишлатиладиган ўғитлар миқдори камайшига қарамадан уларнинг компонентлари атроф муҳитни ифлослантвирилиши давом этаяпти. Бу компонентлар ичида инсон саломатлигига энг хавфлиси азот бирикмалари ҳисобланади. Азот бирикмаларининг манбалари бўлиб канализацияланмаган жойларда ҳовли хожатхоналари қудуқлари ва иссиқхоналар ҳам ўз хиссасини қўшади. Ер ости сувларида азот бирикмаларининг концентрацияси ошган сари ичимлик суви манбаларнинг евтрофланиш, яъни “сувни гуллаш” хавфини ва натижада манба сувини ифлосланишига олиб келади.

Азот бирикмалари ичида энг хавфлиси нитратлар бўлиб инсон организмни токсик цианозга олиб келади. Нитратлар тупроқлар билан боғланмаган ҳолда фэрация зонасида ва бошқа қатламларда эркин ҳаракатда бўлади. Ўғит сифатида ер ости сувларига қўшилган аммиак аэрация зонасида бактериялар ёрдамида оксидланиб нитрат ва нитратларга айланади.



Биринчи жараённи Nitrosomonas бактериялари, иккинчини эса Nitrobacter лар олиб бора-

ди. Бу жараёнлар учун нейтрал мухит ва юкори харорат (25-28 °С) жуда самарали ҳисобланади. Анаэроб шароитда, яъни кислородсиз мухитда *Bacillus denitrificans* бактериялари ёрдамида нитратлар қайтарилади ва молекуляр азот моддасига айланади.

“Гидроахборотмаркази” томонидан [3] ер ости сувларнинг ифлосланиш даражаси бўйича олиб борилган мониторинг ва кузатувлар натижасида ер ости сувларнинг барча манбалар бўйича башорат ресурслари ва захиралари қайта ҳисоблаб чиқилди. Бунга кўра, минераллашгани 1г/лгача бўлган чучук сув захиралари сўнгги 30 йил давомида 40% камайган. Энг кўп камайиш республиканинг ғарбида, Амударёнинг қуйи қисмларида, Қорақолпоғистон Республикаси, Хоразм, Бухоро ва Навоий вилоятларида кузатилган. Каттақурғон шаҳридан қуйида-Зарафшон водийсида чучук сув захиралари камайиб кетган. Самарқанд, Навоий ва Бухоро ер ости манбалари сувининг қаттиқлиги ошиб бормоқда.

Муаллифларнинг ўтказган изланишлари бўйича Эски Жомбой худуди ер ости сувларининг умумий қаттиқлиги 2006 йилдан 2012 йилгача 5 мг-экв/л дан 7,3 мг-экв/л гача ошган, яъни 46% га ошганлиги маълум бўлди. Бу сувларда сульфат, натрий, кальций, аммоний ионларининг ошиши ҳам кузатилган. Ўзбекистонда ер усти сувларининг асосий ифлослантирувчи манбаларига – тоғ-кон саноати, саноат тармоқлари, автокорхоналар, коммунал-маиший объектлар, турар жой бинолари, дам олиш масканлари ва даволаш муассасалари киради. Республикамизда сув манбаларини ифлослантирувчи манбалар тоғ-кон ва бошқа саноати корхоналари, автокорхоналар, коммунал-маиший объектлар, дам олиш масканлари ва даволаш муассасалари хизмат қилади. Мазкур объектларнинг ҳар бирига хос инградиентлар ҳосил бўлади:

-тоғ-кон қазиб олиш ва қайта ишлаш соҳасида – кислородга биологик эҳтиёж (КБЭ), муаллақ моддлар, нефть маҳсулотлари, оғир

металлар;

- рух, кадмий, мишьяк, молибден, марганец каби оғир металллар;

-енгил саноат корхоналари учун – КБЭ, нефть маҳсулотлари, барча азотгуруҳлари, фосфатлар;

-автотранспорт корхоналарида - нефть маҳсулотлари;

-коммунал-маиший объектларда - КБЭ, бутун азот гуруҳлари, хлоридлар, сульфатлар, нефть маҳсулотлари;

-даволаш муассасаларида – синтетик сирт фаол моддалар (ССФМ), КБЭ, бутун азот гуруҳи, хлоридлар, сульфатлар, нефть маҳсулотлари ҳамда бактериологик компонентлар ҳосилдир.

“Ўзбекистон темир йўллари” давлат акциядорлик компаниясига қарашли 17 та локомотив, 12 та вагон деполари, транспорт воситалари, “Ўзбекистон ҳаво йўллари” Миллий авиакомпаниясига қарашли 13 та бирлашган авиаторядлари, транспорт воситалари, шунингдек автобаза ва автосаройлар сув ресурсларини ифлослантирувчи асосий манбалари бўлиб ҳисобланадилар.

Хулоса қилиб, сизот сувларининг ҳолати доимий равишда кузатиб борилиши ва ундан сезгир индикатор сифатида фойдаланиши, чуқурроқда жойлашган сув таъминоти манбаларини ифлосланишдан сақлашга имкон яратади.

#### Адабиётлар:

1. Гольдберг В. М., С. Газда. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. -М.: Недра, 1984,- 362 с.
2. Merse J.W., Paust C.R. Ground water modelling an overview //J. Ground Water/-1980- vol. 18-№ 2. p. 108-115.
3. Ўзбекистон Республикасида атроф табиий мухит муҳофазаси ва табиий ресурслардан фойдаланишнинг ҳолати тўғрисида Миллий маъруза. Chinor ENK, Тошкент, 2006.-132 б.

УДК 628.02

## АВТО МОЙКАЛАРНИНГ ОҚОВА СУВЛАРИНИ ТОЗАЛАШ

Хушвақтов Б.О., Мирзаев М.Н., Холов Ф.М.

Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Сорбентларнинг ҳар хил ўзгаришларини қўллаш билан оғир металллардан оқова сувларни тозалашнинг сорбционли усулларининг қиёсий и кўрсатдики, яъни энг қўлай ва самарали сорбентлар сифатида табиий материаллар ва чиқиндилар ишлатилади. Олинган сорбентларнинг ўзгариши нефть маҳсулотлари ва оғир металллардан сувларни тозалашда биосорбционли комплекс учун самаралидир. Нефть маҳсулотлари, феноллар ва оғир металллардан сувларни тозалашда ҳаммасидан кўра самарали, тупроқ ва қўшимчани қўллаш билан қипик асосидаги комплекс ўзгартирилган сорбентлар экан. Нефть маҳсулотлари, феноллар, сирти фаол моддалар (ПАВ) ва оғир металллардан машиналарни ювиш шаҳобчаси оқова сувларини самарали тозалаш учун биосорбционли модулни ишлатиш билан оқова сувларни маҳаллий тозалаш тизимларининг тасвири ишлаб чиқилган.

Сравнительный анализ сорбционных методов очистки сточных вод от тяжелых металлов с применением различных модификаций сорбентов показал, что в качестве сорбентов наиболее выгодно и эффективно использовать природные материалы и отходы. Получены модификации сорбентов для биосорбционного комплекса, эффективные в очистке воды от нефтепродуктов и тяжелых металлов. Наиболее эффективным в очистке воды от нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов оказался комплекс модифицированных сорбентов на основе глины и опилок с применением добавок. Разработана схема локальной системы очистки сточных вод с использованием биосорбционного модуля для эффективной очистки сточных вод автомоек от нефтепродуктов, фенолов, ПАВ и тяжелых металлов.

The Benchmark analysis sorbent methods peelings sewages from heavy metal with using different modification sorbent has shown that as sorbent most advantageously and effectively use the natural material and waste. Modification sorbent are Received for bio sorbent complex efficient in clear of water from oil of the products and heavy metal. The most efficient in clear of water from oil of the products, phenols and heavy metal turned out to be the complex modified sorbent on base of the clay and опилок with using the additives. The Designed scheme of the local system peelings sewages with use bio sorbent module for efficient peelings of the sewages auto washer from oil of the products, phenols, SUNG and heavy metal.

Бугунги кунда нефт маҳсулотлари, оғир металллар ва феноллар билан сувларни ифлосланиши долзарб ҳисобланади. Давлатимиз маълумотларига кўра ҳар хил турдаги транспортлар, жумладан 75 фоизини енгил машиналар ташкил қилади. Шаҳобчадан кейин оқова сувларнинг асосий ифлослигига асосан муаллақ моддалар, сентегик сирти фаол моддалар (СПАВ) ва нефт маҳсулотлари киради. Шуларни ҳисобга олиб, яъни улар шахар тозалаш иншоотларида катта қийинчиликлар билан оксидланади, шахар оқова сувларини оқизиш тармоқларига ташлашдан олдин, шахобчани ўзида тўғридан – тўғри ифлосланган сувларни тозалаш заруриятлари мавжуд.

Санитар – гигиеник тадқиқотларга мувофиқ, авто мойкаларидан ҳосил бўладиган оқова сувларга куйидаги ифлословчи моддалар бензин, керосин, сульфат ангидрид ва сульфид ангидрид, нитрит ва нитратлар, сульфатлар, темир, марганецлар таъсир қилади. Юқорида санаб ўтилган моддалар одамлар соғлигига ҳаммасидан кўпроқ салбий таъсир қилади. Сув ҳавзаларига тушганда, тирик организмларга ва сувларнинг сифатига ёмон таъсир қилади.

Юқори сифатли қурилма, замонавий сорбцион филтрлар ва уларни модификациялаш асосида сувлардан нефт маҳсулотларини чиқаришда сорбентлар фаоллигини ошириш натижасида эришиш режалаштирилади ва тадқиқотлар натижасида сорбционли комплекслар кўпроқ самаралидир. Биосорбцион филтрлар асосида нефт маҳсулотларидан иборат сувларни маҳаллий комплекс тозалашни ишлатиш, авто мойкаларнинг сувларини мувофиқ равишда меъёрий кўрсаткичларга тозалашга олиб келади. Сув ресурсларини тежаш мақсадида айланма сув таъминотининг ёпиқ занжирли тизимини тадбиқ этиш таклиф этилади. Сувларни юқори даражада тозалаш натижасида авто мойкасига қайта ишлатиш учун жуда қўлай бўлади.

Шу кунга қадар ватанимиз ва чет элларда авто мойкаларнинг оқова сувларини тозалашда бир нечта усуллар кенг миқёсда ишлатилиб

келинмоқда ва улар қўйидагилар: механик тозалаш, биологик тозалаш, физик – кимёвий усуллар, адсорбция, физик адсорбция, кимёвий адсорбция, ион алмашиниш усули, коагуляция ва флокуляция усули, ультрафилтрация, гиперфилтрация усули.

Мавжуд технологияларнинг и асосида турли ифлосликлардан сувларни самарали тозалаш учун маҳаллий тозалаш тизими ва усулининг ҳал қилишни биз таклиф қилдик. Биз ишлаб чиққан тозалаш тизимлари асосида, уларни нефт маҳсулотлари ва оғир металлларнинг сувларини тозалашда кўпроқ самарали модул блоклари комбинациясини биз олдик.

Авто мойкаларнинг оқова сувлари таркибини и, унда нефт маҳсулотлари ва оғир металлари кўп бўлишини кўрсатади. Нефт маҳсулотларидан самарали тозалашни олиб бориш учун биологик усулларни ишлатиш асосида биз тозалаш модулини ишлаб чиқдик. Адсорбентлар сифатида табиий адсорбентлар кўринишдаги саноатда ишлатиладиган сорбентни альтернатив сифатида ишлатиш таклиф қилинди. Биосорбентга юклама учун қўйидаги адсорбентларни ишлатиш таклиф қилинади: нефт маҳсулотларига юқори сорбцион қобилиятга эга бўлгани керамзит, ўзлаштирилган ёғоч киви, цеолитлар, шунгитлардир. Оғир металлга селектив адсорбент сифатида доломит, торф, тупрокнинг турли кўриниши ва уларнинг бошқа турларини ишлатиш таклиф қилинади.

Авто мойкаларнинг оқова сувлари таркибини мураккаблиги ва саноат оқоваларининг тозалаш жараёнини мураккаблиги унда феноллар, оғир металллар, сирти фаол моддалар *ПАВ*, муаллақ дисперс моддалар каби ифлосликлар мавжудлигига боғлиқ бўлади. Агар йирик дисперсли аралашма бўлса, механик усул билан сувлардан чиқариш мумкин бўлади, унда микро эмульсияни парчалаш учун сувли эритиш компонентларини олиш сорбция жараёнининг энг яхши самарасини беради.

Ҳал қилиш сифатида, органик ифлословчи модда (нефт маҳсулотлари, фенолар) лардан

хамда оғир метал ионларидан сувларни самарали тозалаш учун ўзгартирилган кипик ва тупроқлар асосидаги сорбентларнинг ишлаб чиқилган комплексларини маҳаллий тозалаш иншоотларининг сорбционли модулидан фойдаланишни биз таклиф қиламиз.

Биз ишлаб чиққан маҳаллий тозалаш иншоотлари модели қўйидагича фарк қилади.

- Тузилиши соддалиги
- Турли хил ифлослайдиган моддалардан асосан нефт маҳсулотлари ва оғир металллардан тозалаш самарадорлиги

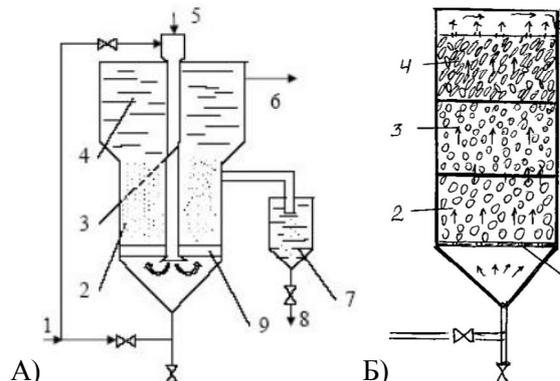
- Тежамлиги
- Ишончлиги
- Экологиклиги
- Ишлов берилган сорбентларни электродиализ усулида оғир металллардан дастлабки зарарсизлантириш компостирлаш усули билан фойдали мақсадларда ишлатиш ва биогенларнинг айланишидан қайтариш мумкин.

Сорбентнинг тури ва йириклиги, сорбционли тозалаш усулини қўлланилиш соҳаси, тозалаш иншоотларининг умумий комплексидаги адсорберларнинг жойлашиш жойи оқова сувларнинг таркибига боғлиқ, у ёки бу турдаги адсорбер ва сорбционли тозалаш тасвири ишлатилади. Демак, энг оддий ҳаракатланмайдиган қатламдаги сорбентли ўзи билан колонна тўкиладиган филтёр киради, оқова сувлар у орқали ўтказилади. Намуналарни филтёрлашнинг энг мақсадга мувофиқ йўналиши пастдан юқорига, шундай қилиб, бутун кесими бўйича колонналар тенг тўлдириш амалга оширилади. Чунки, бутун оқова сувлар билан сорбент қатламга тушади, газ пуфаклари осон чиқиб кетади. Қурилманинг ўзига хос тасвири 1 – расмда келтирилган.

Бундай қурилма ўзи билан бирга баландлиги 4 м колоннани тақдим этади. Юқори қисмига асосий колоннанинг диаметридан 2,5 марта катта диаметрли цилиндр бирлаштирилган. Конус тагликнинг марказий бурчаги колонна ( $30^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$ ) нинг радиусига боғлиқ.

Конус тагликли тубида тешиги 5 – 10 мм ва тешиклар оралиғи 10 мм атрофидаги тақсимлаш панжараси жойлашган. Тўғридан – тўғри унга фаоллаштирилган кўмир юкланади, заррача ўлчами 0,25 – 1,0 мм ни ташкил қилади. Ҳаракатланмайдиган қатлам баландлиги 2,5 – 2,7 м ни ташкил қилади. Қурилманинг пастки қисмида ё конус тагликга уланган тройникни ён патрубк орқали ё марказий қувур орқали яъни панжара тагида диффузор билан тугалланади, нисбатан 1,5 – 1,6 қатлам кенгайишини таъминлайдиган тезлик билан оқова сувлар келади. Аппаратнинг бункеридан сорбент бир хилда суспензия кўринишидаги автоматик дозаторга узатилади. Адсорбер колоннага марказий қувурларнинг кенгайган қисмига оқова сув узатилади, унда у сорбент билан ара-

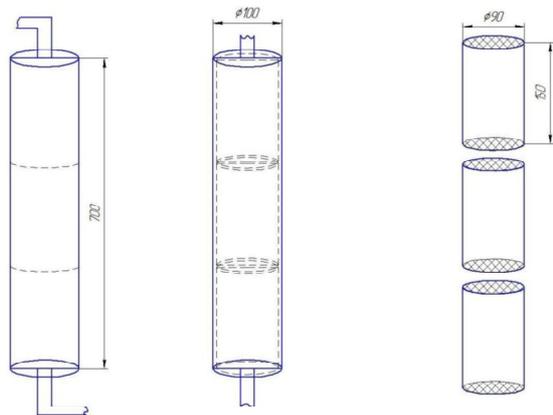
лашади. Панжара тагидаги диффузор орқали ҳосил бўладиган суспензия келади, унинг тешиги орқали сикилади ва тутиб қолинади. Цилиндрни халқали аригининг юқори қисмидан ишлов берилган оқова сувлар чиқарилади [1].



1 – расм. Цилиндрик бир ярусли, кўп ярусли адсорберлар. А) Цилиндрик бир ярусли адсорбер. 1 – сувларни узатиш қувури, 2 – цилиндрик колонна, 3 – диффузорли марказий қувур, 4 – царга, 5 – сорбент узатиш қувури, 6 – ишлов берилган оқова сувларни чиқариш қувури, 7 – сорбентни сундиргич, 8 – ишлов берилган сорбентни чиқариш, 9 – тақсимлаш панжараси [2]. Б) цилиндрик кўп ярусли адсорбер, 1 – сувларни узатиш қувури, 2 – тупроқ №1 асосида донадорланган янги комплекслар сорбентлар №1, 3 – №2 комплекслар сорбентлар, 4 – №3 комплекслар сорбентлар, 5 – тозаланган оқова сувларни чиқариш, 6 – тақсимлаш панжараси.

Биз таклиф қилган мавжуд технологиянинг и асосида турли хил ифлосликлардан самарали тозалаш учун сорбционли модулар ташкил қилиш бўйича сувни маҳаллий тозалаш усуллари ва тизимларини ҳал этишдир. Биз ишлаб чиққан тозалаш тизимлари асосида, сорбентларнинг сорбцион хусусиятини яхшилайдиган кипик ва тупроқлар ҳамда турли фаол кўшимчалар асосида донадор комплекслар тадқиқот натижасида олинган янги сорбентлар билан тўлдирилган кўп ярусли цилиндрик колонналар кўринишидаги модулли адсорберни олиш мумкин. Мавжуд оддий цилиндрик адсорбердан фаркли равишда, органик ифлословчи моддалардан (феноллар, нефт маҳсулотлар) ҳамда органик бўлмаган ифлословчилар асосан оғир метал ионларидан сувни тозалашда кўпроқ самарали ва селективли сорбентлар билан уч модулли блокларни қўллаш ҳисобига сорбционли тозалашнинг тезлатиришни биз таклиф қиламиз.

Биз таклиф қиладиган биосорбцион модулли конструкция, ифлосланган сувлар таркибига боғлиқ ҳолда ҳар хил тўкилиш билан селектив сорбентларнинг уч модуллисини ўз ичига олади (2 – расм). Қурилманинг функционал ядросига ўзгартирилган кипик ва тупроқлар асосида биз тадқиқот натижасида олган янги сорбентлар ишлатиладиган бўлди.



2 – расм. Авто мойканинг оқова сувларини тозалаш учун биосорбционли модул.

Турли ўзгаришли табиий материаллар ва чиқиндилар асосида олинган сорбентлар билан фенолни модулли эритмасини тозалаш самарадорлиги Э и, 76% ўзгарган қипик асосда ташкил қилинган сорбент энг юқори самарадорли эканлигини кўрсатди (жадвал - №1). Бу сорбентнинг фенолдан сувларни тозалаш самарадорлиги, маълум сорбент – таққослаш учун эталон сифатида олинган фаоллаштирилган кўмир БАУ-А билан тозалаш самарадорлигини 3 мартага оширади. Ўзгартирилган пистачка пўчоғи сорбционли колонка орқали модели эритмани ўзқизишда феноллар сорбциясида нисбатан кам самарадоли эканлигини кўрсатади.

УДК 628.132

## ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К РАЗРАБОТКЕ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ СОСТАВОВ ТОПЛИВА И ОСЕВЫХ МАСЕЛ

Рахматуллаев Мустафокул - доцент, Юлдошов Бунёд - ассистент  
Джиззах политехника институти

В статье приводятся вопросы разработке инновационных технологий получения новых составов топлива и осевых масел. Следует особо отметить, что депрессорные присадки только препятствуют слипанию кристаллов парафинов с образованием малоподвижной структуры и не могут предотвратить начало самой кристаллизации.

Мақолада ўқ мойи ва янги таркибли ёқилғиларни олишда инновацион технологияларни ишлаб чиқиш масалалари муҳокама қилинган. Шунини алоҳида таъкидлаш лозимки, мой функцияси кам ҳаракат мобайнида ўзида кристалланишига ҳамда депрессор қўндирмалар билан фақат парафинларнинг кристалланиши бошланишини олдини олиши билан бирга унга тўқсинлик қилади.

The article discusses the development of innovative technologies for the production of firearms and fuels. It is important to note that the fat function prevents crystallization within itself for a short period of time and not only prevents crystallization of the paraffin with depressive nerves.

В современных условиях с ростом потребления энергоносителей с высокими эксплуатационными свойствами, проблема производства недорогих, одновременно качественных нефтепродуктов приобретает техническую и экономическую актуальность. Особое значение при этом играет внедрение целевых проектов по модернизации и техническому обновлению

Жадвал - №1. Сорбцион колоннадаги ўзгартирилган сорбентлар орқали ўтқизишда фенолдан модели эритмани тозалаш самарадорлигини экспериментал аниқлаш.

Намуна №	Сорбент тури	Юклама оғирлиги, кг	Фенолни давт-лабки улуши, мг/л	Фенолни қолдиқ улуши, мг/л	Фенолдан модел ли эритмани то залаш самара дорлиги Э,%
1	Ўзгартирилган қипик ( $H_3PO_4$ )	1	225	53	76,4
2	Ўзгартирилган пистачка пўчоғи ( $H_3PO_4$ )	1	225	185	17,8
3	Ўзгартирилган пўчок ( $H_3PO_4$ )	1	215	175,8	18,2
4	Ўзгартирилган қипик ( $H_3PO_4$ ) + курук қипик + доломит + оқ тупрок + сув	1	207	175,5	15,2
5	кўмир БАУ-А	1	215	166	22,8

### Адабиётлар:

1. Инженерная экология и экологический менеджмент / Под. ред. Н.И. Иванова и И.М. Фадиной. М.: Логос, 2003. - 528 с.
2. Васильев А.П., Дингес Э.В. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) // Под ред. А.П. Васильева. – М: Информавтод, 2004.-507 с.

базовых отраслей экономики с внедрением высокоэффективных инновационных технологий, призванных дать мощный толчок по выходу Узбекистана на новые рубежи, обеспечивающие конкурентоспособность продукции страны на мировом рынке.

В настоящее время доля производства и потребления дизельного топлива от общего объ-

ема используемых в республике Узбекистан жидких топливных ресурсов составляет порядка 70%. Организация производства высокотехнологических дизельных топлив требует больших капитальных вложений с внедрением специальных гидрокаталитических процессов.

В данной работе изложены результаты проведенных исследований по синтезу новых депрессорных и диспергирующих присадок специально предназначенных для дизельного топлива и осевого масла для смазывания осей колёсных пар локомотивов, с использованием которых разработаны новые рецептуры приготовления дизельного топлива и осевого масла с улучшенными эксплуатационными характеристиками, при этом особое внимание уделяется депрессорным свойствам и созданию на их основе инновационных технологий.

Выпуск зимних видов дизельного топлива и специальных смазочных масел подразумевает соответствие топлив и масел требованиям соответствующих стандартов в том числе по таким низкотемпературным свойствам, как температура помутнения, температура застывания, предельная температура фильтруемости и седиментационная устойчивость в условиях хранения и эксплуатации при температурах ниже температуры помутнения. Оптимальным способом улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив и специальных смазочных масел является применение депрессорно-диспергирующих присадок.

Среди множества депрессорных присадок к дизельным топливам широкое распространение получили сополимеры этилена с винилацетатом, получаемые при высоких давлениях (до 100 МПа и выше) и температурах (100-150 °С). Соплимеры алкилметакрилатов с полярными мономерами представляют интерес благодаря более мягким условиям производства (атмосферное давление). Однако они не проявляют эффективности в отношении основного низкотемпературного показателя предельной температуры фильтруемости.

Следует особо отметить, что депрессорные присадки только препятствуют «слипанию» кристаллов парафинов с образованием малоподвижной структуры и не могут предотвратить начало самой кристаллизации. Поэтому топлива с такими присадками при длительном хранении расслаиваются на два слоя: нижний, обогащенный кристаллами парафинов, и верхний светлый. Оба слоя сохраняют подвижность, но различаются составом, и, следовательно, теплофизическими характеристиками. Этот недостаток устраняется путем введения в топливо наряду с депрессором еще одной присадки, получившей название диспергатора парафинов. Установлено, что они относятся к амидам или амидам карбоновых кислот, чет-

вертичным аммониевым солям и др., получаемым в жестких условиях (высокие температуры, глубокий вакуум), и относятся к категориям импортозамещающих продуктов, в этой связи разработка и внедрение пакета депрессорно-диспергирующих присадок для дизельного топлива и смазочным маслам носит актуальный характер и их использование в составе смазочных масел дополнительно создает возможность реализовать импортозамещающие продукты с расширением ассортимента выпускаемой продукции.

Следует особо отметить, что при температурах ниже температуры кристаллизации *n*-алканов, взаимодействие образующих кристаллов с молекулами полимерных кристаллов идет, преимущественно, по механизму поверхностной сокристаллизации [1]. Наиболее эффективное взаимодействие депрессора и *n*-алкана имеет место, когда депрессор выделяется из раствора одновременно с *n*-алканом в интервале между температурами помутнения и застывания, т. е. после появления кристаллов *n*-алкана, но до образования ими пространственного каркаса. Чем ближе друг к другу температуры выделения кристаллов *n*-алкана и депрессора, тем более эффективно депрессор снижает предельную температуру фильтруемости, т. к. ограничивает размеры кристаллов в начальной стадии их роста. Поэтому сополимер, выделяющийся из раствора в топливе одновременно с кристаллами *n*-алканов, дает хорошую депрессию как температуры застывания, так и предельной температуры фильтруемости. Если полимер выделяется из дизельного топлива намного выше его температуры помутнения, он не взаимодействует с образующимися кристаллами парафинов и поэтому слабо влияет на температуру застывания.

Помимо этого, по существующим представлениям депрессорная способность полимера зависит от его композиционной неоднородности. В депрессорах полиметакрилатного типа композиционная неоднородность в большей степени определяется молекулярно-массовым распределением алкильных групп в макромолекулах полимеров или сополимеров, а не самих макромолекул. Максимальная эффективность депрессора достигается при максимальном соответствии молекулярно-массового распределения его алкильных групп молекулярно-массовому распределению *n*-алканов дизельного топлива.

Объектами исследования были полимеры и сополимеры алкилметакрилатов с длиной углеводородных радикалов 12-24 и мономеры с различными функциональными группами.

При проведении исследований учитывалось, что полимеры с линейными боковыми ответвлениями (так называемые гребнеобразные по-

лимеры), к числу которых относятся полиалкилакрилаты и метакрилаты, простые полиалкилвиниловые эфиры и некоторые поли-олефины, имеют некоторые аномалии зависимости температуры стеклования от длины боковых ответвлений (алкильных радикалов). Эти полимеры с точки зрения упорядоченного состояния характеризуют, прежде всего, две тенденции: стремление простых по строению боковых ответвлений (аналогов низкомолекулярных *n*-парафинов) к кристаллизации и противодействие нормальной кристаллизации этих ответвлений со стороны основной полимерной цепи, на которую нанизаны боковые ответвления. Вообще, когда длина боковых ответвлений мала (менее четырех метиленовых групп), макромолекулы способны к кристаллизации за счет плотной упаковки основных цепей, причем боковые ответвления укладываются в кристаллическую решетку, образуемую основными цепями. При дальнейшем увеличении числа углеродных атомов эти ответвления уже препятствуют плотной упаковке макромолекул. Упаковка оказывается чрезмерно рыхлой, а энергия взаимодействия боковых цепей (при их длине менее чем 9-10 углеродных атомов) – еще недостаточной, чтобы осуществилась кристаллизация за счет боковых ответвлений. Но при длине боковых ответвлений выше 9-12 углеродных атомов (в зависимости от типа связи между основной цепью и боковым радикалом и строения основной цепи) становится уже возможным упорядочение полимера за счет ассоциации боковых цепей.

Наличие этих двух тенденций определяет характер зависимости температур стеклования и кристаллизации гребнеобразных полимеров от длины боковой цепи. Нами установлено, что по мере увеличения числа углеродных атомов в боковых ответвлениях увеличивается свободный объем систем (растет рыхлость упаковки) и, соответственно, падает температура стеклования. В области значений *n* от 3-4 до 9-10 полимеры аморфны. Начиная с *n*9-12 происходит фазовый переход от аморфных полимеров к кристаллическим, причем по мере увеличения *n* температура плавления повышается. Гипотетическим пределом температуры плавления при стремлении *n* к бесконечности должна быть температура плавления полиметилена (полиэтилена), превышающая 100 °С.

Максимальной растворимостью в углеводородах обладают полиметакрилаты с длиной алкильных радикалов от 8 до 12, т.к. они, во-первых, обладают высоким сродством к углеводородам, и, во-вторых, имеют минимальные значения температур стеклования и кристаллизации, лежащие намного ниже рабочих диапазонов работы депрессоров для дизельных топлив. Для того чтобы снизить растворимость

полиметакрилата в углеводородах и повысить температуру его кристаллизации, чтобы она попала в температурный интервал работы депрессора, можно использовать два способа. С одной стороны, этого можно добиться снижением термодинамического сродства полимера к углеводородам, а именно, введением в сополимер (мет)акрилатов с более короткими радикалами – от 1 до 4 или других более полярных мономеров, например, винилацетата, малеинов с заместителями от 1 до 4, азотсодержащих мономеров или их кватернизованных производных, стирола, метакрилатов гликолей и ряда других. С другой стороны, повысить температуру кристаллизации можно за счет утяжеления фракционного состава базовых мономеров – метакрилатов, используемых при синтезе сополимера. Для этого в качестве базовых мономеров можно использовать метакрилаты с длиной алкильных радикалов от 16 до 24. Используя одновременно оба эти приема, можно добиться того, чтобы состав алкильных радикалов полиметакрилата соответствовал составу нормальных парафинов топлива, а температура его кристаллизации из топлива соответствовала температуре кристаллизации парафинов.

Базовыми мономерами при синтезе полиметакрилатных депрессоров для масел и топлив служат алкилметакрилаты, получаемые на базе высших жирных спиртов, обычно, от C<sub>12</sub> до C<sub>24</sub>. Эти мономеры обеспечивают базовые характеристики депрессора: растворимость в углеводородах и сродство к парафинам. Для усиления отдельных свойств депрессоров или придания им дополнительных характеристик (при получении полифункциональных присадок) в состав полимера вводят различные сомономеры, обычно, функциональные. В промышленности органического синтеза жирные спирты производятся обычно не в виде индивидуальных соединений, а в виде фракций определенного состава. Используются ряд фракций жирных спиртов фирмы SASOL марок NAFOL. На их основе были получены три базовых алкилметакрилата: **MA NAFOL 1218K**, **MA NAFOL 1618S**, **MA NAFOL 2022**. На базе этих мономеров и их смесей синтезировали несколько серий сополимеров, отличающихся фракционным составом алкилметакрилатных заместителей, количеством и составом полярных сомономеров.

Проведенные исследования влияния состава сополимеров на основе алкилметакрилатов на их депрессорные свойства позволили нам осуществить научно-методический подход к решению вопросов синтеза алкилметакрилатов, синтеза диалкилэтаноната спирта **NAFOL 1618S**, синтеза полиалкилметакрилатов на основе **MA NAFOL 1218K** и проведению анализа сравнительных характеристик полученных об-

разцов депрессорных присадок, из которых вытекает следующее: полиметакрилат, полученный на основе **MA NAFOL 1218K**, имеет высокие депрессорные свойства по снижению температуры застывания при использовании их в смазочных маслах, но при этом преимущественно роль играет состав базового масла.

Установлено, что на эффективность действия полиметакрилатных депрессоров большое внимание оказывает длина алкильных заместителей в алкилметакрилатах, обуславливающих средство полимера к парафинам и наличие полярных сополимеров, влияющих на растворимость полиметакрилатного сополимера в углеводородной среде и силу электростатического отталкивания.

Следует отметить тот факт, что полиметакрилатные депрессоры снижают температуру помутнения дизельного топлива, чего не наблюдается в случае с депрессорами на основе сополимеров этилена с винилацетатом (ЭВА), при этом эффективная область концентраций полиалкилметакрилатов (АМА) намного выше, чем у депрессоров (ЭВА); по-видимому, это объясняется различными механизмами действия депрессоров. Очевидно, что в присутствии депрессоров типа этилена с винилацетатом (ЭВА) кристаллы n-алканов обретают форму зерен, а в присутствии депрессоров типа алкилметакрилатов (АМА)-игл; в этом случае можно предположить, что сополимеры этилена с винилацетатом, сокристаллизуясь с кристал-

лами n-алканов, блокируют самую быстрорастущую их грань. В то время, как алкилметакрилаты, создавая слой вокруг кристаллов n-алканов, блокируют их грань, которая растет медленнее. Этим можно объяснить более важную эффективность депрессоров типа этилена с винилацетатом (ЭВА) относительно показателя алкилметакрилатов (АМА). Поэтому при разработке диспергатора парафинов для дизельного топлива и масел (далее депрессорно-диспергирующих присадок) в качестве депрессора использовали готовые, производимые в промышленном масштабе, сополимеры этилена с винилацетатом.

#### Литература:

1. Данилов А.М. Отечественные присадки к дизельным топливам//Мир нефтепродуктов, 2010, № 1, с.9-13.
2. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти / Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 400с.
3. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001. – 415 с.
4. Амер М. А. Физико-химические свойства дизельных топлив в условиях подземного хранения. – М.: Нефть и газ, 2008. – 237 с.
5. Горючие, смазочные материалы: Энциклопедический толковый словарь- справочник. Изд. 2-е. / Под ред. В.М. Школьников. – М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» Международной АкадемииИнформатизации», 2010. – 756 с.

УДК 528.92:31

### АҲОЛИ КАРТАЛАРИНИ ТУЗИШДА ТАСВИРЛАШ УСУЛЛАРИНИ ТАНЛАШ

**Суюнов Ш.А.**, доктор PhD; **Қаландаров М.М.**, катта ўқитувчи  
**Ҳамдамова Д.О.**, **Исакулов А.З.** - магистрантлар  
Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Ушбу мақолада аҳоли карталарини тузишда картографик тасвирлаш усулларини танлаш, битта ҳодисани ифодалашда бир нечта тасвирлаш усулларини биргаликда қўллаш, тасвирланаётган воқеа ва ҳодисаларнинг географик хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда, иш юритиш каби масалалар қўриб чиқилган. Аҳоли карталарини тузишда микдор қўрсаткичларни тасвирлаш билан биргаликда аҳолининг ҳозирги вақтдаги ўсиш жараёни, таркиби ва жойлашиш каби муҳим масалалари қўриб чиқилган.

**Калитли сўзлар:** Демография, аҳоли ва уни статистик ўрганиш, иқтисодий географик муаммо, асосий тамойил, ижтимоий-иқтисодий ислохотлар, картографик тасвирлаш, манбаларнинг деталлашганлиги, географик аниқлик.

В данной статье рассмотрены такие вопросы, как выбор методов картографического изображения при составлении карт населения, совместное использование нескольких методов изображения при представлении одного события процедура, описываемых событий и явлений. Рассмотрены решения важных вопросов таких как, изображение количественных показателей при составлении карт населения также решения важных вопросов, таких как текущий процесс роста, состав и местоположение населения.

This article discusses such issues as the choice of cartographic image methods when compiling population maps, the joint use of several image methods when presenting one event, a procedure based on the geographical features of the described events and phenomena. The solution of important issues such as the image of quantitative indicators in compiling population maps and the solution of important issues such as the current growth process, composition and location of the population are considered.

Мустақиллик йилларида республикамизда оила, она ва бола саломатлигига, ёш авлодни

маънавий-маърифий тарбиялашга, аҳолини ижтимоий муҳофаза қилиш ҳамда унинг сифат

кўрсаткичларини яхшилашга катта эътибор қаратилмоқда [1]. Аммо, бу борада ҳозирча тўла-тўқис ўз ечимини топмаган муаммолар ҳам мавжудки, уларнинг ҳудудий жиҳатларини ўрганиш иқтисодий ва ижтимоий географиянинг асосий вазибаларидан биридир.

Аҳоли деганда ҳудудда (бутун ер шари, унинг айрим қисмлари, қитъалар, мамлакатлар, шаҳарлар, районлар ва ҳ.к.) яшаётган кишилар гуруҳи тушунилади. Аҳоли эса ҳар қандай жамиятнинг асосий ишлаб чиқарувчи кучидир, аҳоли, биринчи навбатда, ишлаб чиқаришнинг асосий субъектидир. У барча моддий бойликларни яратувчи асосий кучдир. Аҳоли айни пайтда ишлаб чиқариладиган барча моддий бойликларнинг асосий истеъмолчиси дир ҳам.

Аҳолига хос ана шуғулланиш хусусиятларини ўрганмай туриб, ҳар қандай иқтисодий географик муаммони чуқур тадқиқ қилиш ва ҳал қилиш қийин. Аҳолининг ҳудудий жойлашуви халқ хўжалигининг жойлашуви ҳамда тузилиши билан боғлиқ ва аксинча, аҳолининг жойлашуви, ўз навбатида, хўжаликни ривожлантириш ҳамда жойлаштиришга бевосита таъсир этади.

Картографик тасвирлаш усулларини танлашда картада тасвирланаётган объектларнинг барча хусусиятларини эътиборга олиниш керак: миқдорли ва сифатли кўрсаткичларни, фазовий таркибни, динамик ҳолатни ва ҳ.к. Бу ишда картанинг мақсади ҳам муҳим ўрин тутаетди: илмий-маълумотномали, маълумотномали ва оператив карталар учун аниқ, деталлашган ва реал ҳақиқатга яқин тасвир ҳосил қилиниши зарур, бунинг учун белгилар, сифатли ранг, чизикли белгилар, ҳаракатдаги чизиклар усуллари танланади [2].

Тасвирлаш усулларини танлашга рўйхатли-статистик манбаларнинг деталлашганлиги, географик аниқлик даражаси ва хусусиятлари катта таъсир этади. Картанинг масштаби, генерализация жараёни бундай ишда эътибордан четда қолишлари керак эмас. Демак, тасвирлаш усулларини танлашда, албатта, тасвирланаётган воқеа ва ҳодисаларнинг географик хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда иш юритилиши зарур.

Шу билан бир қаторда, картада бир-бирига ўхшаш белгиларни географик хусусиятлари турли бўлган воқеа ва ҳодисаларга қўллаш мумкин эмас: масалан, белгилар усулини пунктларнинг марказига; картодиограммани ҳудудлар марказига; шаҳар аҳолисига белгиларни; қишлоқ аҳолисига картодиограммани; демографик пирамидани аҳолининг ёши диаграммалари билан биргаликда ва ҳ.к. Бундай вақтда 2 та ёки ундан ортиқ карталар тузилиши мақсадга мувофиқ [3,6].

Лекин, картада битта ҳодисани ифодалашда бир нечта тасвирлаш усулларини биргаликда қўллаш ҳам мумкин (масалан, хўжаликлар

бўйича аҳоли зичлиги).

Аҳоли карталарини тузишда миқдор кўрсаткичларни тасвирлаш. Аҳолини карталаштиришда миқдор кўрсаткичлар учун белгилар усули (белгилар шкаласи ёрдамида), нукталар (нукталарнинг вазнини белгилаш бўйича), ҳаракатдаги белгилар (ҳаракатдаги чизикларнинг қалинлигини ошириш бўйича), миқдорли ареаллар, миқдорли ранг ва картограмма (интенсив шкалаларни қуриш бўйича), картодиограмма, тенг чизиклар усуллари (тенг чизиклар шкаласини танлаш бўйича) қўлланилади.

Тасвирлаш усулларини миқдор кўрсаткичларни картада тасвирлаши бўйича қуйидагича гуруҳлаш мумкин: биринчи гуруҳга - белгилар ва картодиограмма усуллари; иккинчи гуруҳга - миқдорли ареаллар, миқдорли ранг, картограмма ва тенг чизиклар усуллари киритилади.

Белгилар ва картодиограмма усулларида миқдор кўрсаткичлар белгиларнинг ўлчамига боғланади. Белгилар усулида, масалан, илмий-маълумотномали карталаштиришда белгиларнинг ўлчами “тежаб” танланади, яъни объектларнинг кўрсаткичлари белгиларнинг ўлчамига яқин даражада танланади.

Картодиограмма ва белгилар усуллари деталлашган карталаштиришда бир-бирига ўхшаш кетади. Агар ҳудудий бўлиниш йирик бўлса, белгилар учун абсолют шкала танланади, аксинча, шартли шкаладан фойдаланилади. Картодиограмма усулида ходисаларнинг таркибини тасвирлаш эффекти ҳам турлича. Масалан, аҳоли объектларининг миқдор кўрсаткичларини белгилар билан тасвирлашда (демографик кўрсаткичлар) таққослаш ишларини олиб бориш қийин. Ҳодисаларнинг динамикасини тасвирлашда белгиларга алоҳида талаб қўйилади: бунда шартли поғонали шкала танланади ёки абсолют узлуксиз шкаладан фойдаланилади.

К.А.Салицев поғонали шкалаларни қўлай танлаш йўллари ва услубларини, белгиларни бир-бирдан фарқлаш учун шкалалар босқичларини ҳисоблаб чиққан [7]:

$$n = 1 + (\lg A - \lg a) / \lg k$$

$n$  - шкалалар босқичи,  $A$  - ва  $a$  - энг катта ва кичик белгилар ўлчами,  $k$  - белгилар чизикли ўлчамларини ошириб бориш коэффициентини. Натижада, энг катта ва кичик белгилар орасидаги боғлиқликни қуйидагича аниқлаш имкони туғилади:

$$A = aK^{n-1}$$

Бу формула ёрдамида картадаги шартли белгиларнинг умумий юкламаси аниқланади [2].

Картограмма, миқдорли ранг, ареаллар, тенг чизиклар усуллари ёрдамида интенсивликни ифодалаш учун шкалаларни ишлаб чиқиш ва белгиларни танлаш ишлари шкалалар орасидаги ранглар фарқига қараб бажарилади.

Амалиётда бир хил рангли шкалалар

босқичлари 5-7 тадан ошмаслиги керак. Агар худудий бўлиниш жуда майда бўлса, унда бундай босқичлар сони камроқ ҳам бўлиши мумкин. Шкалалар босқичлари сони қанча бўлишлиги экспериментал йўл билан аниқланади. Ҳозирги вақтда ранглар қаторидан фойдаланиб, шкалалар сони оширилмоқда. Шкаларнинг энг охириги кўриниши микдор кўрсаткичнинг географик тарқалишидан, социал-иқтисодий карталарни тузишнинг илмий асосларидан келиб чиққан ҳолда белгиланади.

Шкаларнинг интерваллари (оралиғи) чегараси ҳам турлича йўл билан аниқланади: статистик-, мантиқий-математик таҳлиллар ва ҳ.к. (Сербенюк, Тикуннов, 1984). Бу ишда ЭХМни қўллаш яхши натижаларни беради. Шкалар босқичларининг тарқалиш хусусияти, кўрсаткичлар микдорларининг ўзгариб бориш тезлиги ўртача арифметик қиймати хусусиятлари қаторларига қараб танланади. Автоматик равишда чизиқли қаторлар қурилганда, ҳодисаларнинг тарқалиш хусусиятини таҳлил қилиниш имконияти туғилади [8]. Шкалар босқичларини танлашда турли алгоритмлардан фойдаланилади. Бу йўл жуда қийин, лекин чуқур математик таҳлилни таъминлайди. Масалан, В. Тикунновнинг кўп вариантли агломератив иерархли алгоритми бу ишда жуда самаралидир. Бу алгоритмда биринчидан шкалар сони белгиланади, сўнгра энг катта ва энг кичик қийматли шкалар аниқланади. Кейинги босқичда камайиб боришига қараб, бошқа шкалар белгиланган орттирмалар бўйича танланади:

$$S = \sum (x_i - x_{i+1})$$

$S$  – орттирмалар йиғиндиси,  $x$  – қаторлар қиймати;

$$\Delta = (x_i - x_{i+1})/\Delta i - 1, 2, 3, \dots, n-1$$

$\Delta$  - қаторлар қийматлари нормал орттирмалари,

$$\Delta = S/n \quad n - \text{қатордаги шкалар сони}$$

Қаторлар қийматлари нормал орттирмалари бўйича энг кам қийматлидан энг кўпига қараб гуруҳланади. Босқичлар сони қаторли қийматларнинг қўшилишига қараб ортиб боради, бунда босқичдаги орттирмалар сонининг нисбати босқичлар орасидаги орттирмалар нисбатидан энг кам, босқичдаги карталаштирилаган ҳодисалар кўрсаткичларини тасвираши эса энг юқори бўлади.

Шкалар сони математик йўл билан аниқланганда ўта юқори географик таҳлил олиб борилиши шарт, шундагина картада ҳодисаларнинг худудий тарқалиши тўлиқ ифодланади. Математик методлар ҳодисаларнинг динамикасини кўп йиллик маълумотлар бўйича тасвирашда кенг қўлланилмоқда, масалан, аҳоли динамикасини ва ҳ.к. Матрицали математик

ҳисоблаш йўллари (матрица ўрнида худуднинг бирор қисмини қоплайдиган тўр назарда тутилади) ўртача қийматлар бўйича ҳодисалар динамикасини картада хўжаликларнинг худудий бўлиниши чегараси ўзгарган бўлишига қарамадан ҳам тасвираш имкони яратилади.

Ҳодисаларнинг вақтинчалик ва фазовийли хусусиятларини тасвирашда “ишончли” математик яқинлик интерваллари ҳисобланади:

$$\delta = Z\sigma_i/\sqrt{n}$$

$\delta$  – математик яқинликнинг аниқлиги;  $Z$  – Лаплас функциясининг нормаллашган қиймати;  $\sigma_i$  – ўртача квадратик хатолик,  $n$  – эҳтимоллар бўйича берилган қийматлар сони.

Сўнгра вақтинчалик тарқалиш ҳодисаларнинг марказий нуқталарини ҳисобга олинган ҳолда ўртача арифметик қийматли математик яқинлик интерваллари орқали картага туширилади. Шкалар интерваллари графигида ҳодисалар кўрсаткичларига қараб паст-баланд жойлар пайдо бўлади, бу эса математик яқинлик тўғри ҳисобланганлигини билдиради. Карта-лаштиришда шкалар босқичи интервалларининг абсолют ва нисбий хатоликларини ҳам ҳисобга олиш зарур. [6] Хатоликларни баҳолаш мезонларидан бири - бу маълумотларнинг микдор кўрсаткичларини тўғри танлашдир.

*Аҳоли карталарида сифат кўрсаткичларни тасвираш.* Объектларнинг сифат кўрсаткичларини картада тасвираш учун бирор бир классификация танланади-оддий ёки кўп босқичли (иерархли), типологик ёки генетик [8]. Сифат кўрсаткич-бу карталаштирилаган объектнинг ташқи ёки ички воқеа ва ҳодисалардан ўзига хос хусусияти (сифати) бўйича фарқланишидир. Бу эса сифат кўрсаткичли карталар предметини ташкил этади.

Объектлар классификацияси орқали картада битта сифат кўрсаткич, ёки битта ёки ундан ортиқ объектларни қамраб олиган комплекс сифатли кўрсаткич ифодаланиши мумкин. Мажмуали сифат кўрсаткичлар карталар легендасини тузиш жараёнида мукамаллашади, бундай легендани қуришда иш илмий асосланган маълумотлар асосида бажарилади.

Социал-иқтисодий ҳодисаларнинг сифат кўрсаткичлари карталарни тузишда микдор кўрсаткичлар билан бойитилади (аҳоли жойлашиши ва аҳоли сони). Сифат кўрсаткичларнинг деталлашганлиги ва мураккаблиги картанинг мақсадига боғлиқ. Энг катта деталлашган ва мураккаб мазмунга эга бўлган карталар-булар илмий-маълумотномали ва маълумотномали карталардир. Илмий-маълумотномали карталарда типологик классификациялар қўлланилади, маълумотномали карталарда эса элементар ёки комплексли классификациялардан фойдаланилади. Ҳодисаларнинг деталлашганлиги ва мураккаб сифат кўрсаткичлиги

билан карталарнинг мақсади орасида тескари боғлиқлик мавжуд. Илмий-маълумотномали ва маълумотномали карталарда географик аниқлик ва объектларнинг деталлашганлик даражи бошқа турдаги карталарга қараганда анча юқоридир.

Сифат кўрсаткичларни картада ифодалашда картографик тасвирлаш усуллари аҳамияти жуда катта-агар бир усул билан кўрсаткичлар тўлиқ тасвирланмаса, бошқа усуллар ёрдамида тўлдирилиши мумкин. Бунинг учун кўпроқ белгилар, картодиограмма, ареаллар ва сифатли ранг усулларидан фойдаланилади.

Аҳолини картографиялашда тасвирлаш усуллари биргаликда қўллаш йўллари ишлаб чиқилган; масалан, сифатли ранг ва микдорли ранг усуллари билан аҳоли зичлиги карталари тузилади (Дунёнинг аҳоли картаси, 1961). Сифат кўрсаткич ва ҳодисаларнинг географик тарқалиши орасидаги муаммо социал-иқтисодий картографияда жуда кийин ечилади, бунга рўйхат-статистик маълумотларнинг ҳодисаларни фазовий тарқалишини белгилашга ёрдам бериши [5]. Агар сифат кўрсаткичлар оддий ёки комплекс хусусиятга эга бўлса, уларни картада кўрсатишда унчалик қийинчилик туғилмайди, лекин бундай кўрсаткичлар билан бирор бир мураккаб боғлиқлик, тизимли алоқалар ифодаланиши керак бўлганда – масала қийин ечилади. Бундай вақтда иқтисодий географлар (экспертлар сифатида) карта яратишга жалб қилинади.

Бундай ҳолларда компонентли ёки факторли моделлар, карталаштириш ҳудуди бўйича объектларнинг асосий кўрсаткичларини ифодалайдиган-ҳудудий тизимлилик методларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Кўп ўлчамли умумлаштирилган объектлар классификацияларини тасвирлашда таксономик моделлар тузилади. Таксономик моделлар факторли ва тармоқли таҳлилларни ўз ичига олган ҳолда, воқеа ва ҳодисаларни карталаштириладиган ҳудуддан мазмун жиҳатдан қанчалик яқин ёки узоқ эканлигини белгилайди. Бундай моделлар ҳудудни бошқа бир қанча кўрсаткичлари бўйича ҳам таърифлаши мумкин.

Математик таҳлил методини қўллашда картада тасвирланган мазмуннинг географиясини аниқлаштириш бўйича назорат (текшириш) ишларини ташкил этиш зарур. Бундай назорат асосан иқтисодий географлар ва картографлар билан биргаликда ташкил этилади. Ҳудуднинг сифатли бўлинишини самарали ажратишда аэрокосмик материаллар жуда қўл келади. Космик суратлар орқали шаҳардан қишлоқга ўтиш жойларини, шаҳарларнинг ўсиш динамикасини ва ҳ.к. аниқ ифодаласа бўлади [9].

*Аҳоли карталарида таркибий кўрсаткичларни тасвирлаш ва қуйидагича хулосалар қилиш.*

Аҳоли карталарида ҳудудий тизимларининг таркибини тасвирлаш ишлари муҳим ўрин тутади. Ҳудудий тизимларни ташкил этиш бирор бир хўжалик ёки маъмурий бўлиниш ичида олиб борилади (вилоят, район, хўжалик, шаҳар, иқтисодий марказ ва ҳ.к.). Социал-иқтисодий объектлар бир-бири билан ўзвий боғланган, бу тизимларнинг таркибини тасвирлашда карталаштириш бирлигини танлаш зарур.

Бунинг учун ташкилий омиллардан фойдаланилади, яъни ҳудудий тизимлар жойлашган ёки ташкил этилган маълум нуқталар, чизиқлар ёки майдонлар бўйича тизимли таркиблар тасвирланади. Масалан, аҳоли пунктлари иқтисодий марказларда ва транспорт йўллари ва ҳ.к. Натижада объектлар маълум географик тармоқлар ёки ҳудудлар бўйича картада кўрсатилади.

Аҳоли картографиясида автоматлаштиришни қўлланилиши таркибийликни тасвирлаш учун зарур бўлган - шартли поғонали белгилар усулининг пайдо бўлишига сабаб бўлади.

Бу усулни қўллаш учун картографик асосга “тўр” чизилади. Тўрнинг ҳар бир катагига карталаштириладиган объектлар туширилади, объектлар сонига ва тарқалишига қараб социал-иқтисодий карталар тузилиши тавсия этилади.

Шу билан биргаликда аҳолининг ҳозирги вақтдаги ўсиш жараёни, таркиби ва жойлашиш кўпгина масалаларни туғдиради. Бу масалаларнинг баъзилари бутун жаҳонга хос бўлса, айримлари турли тоифадаги мамлакатларга хосдир. Жаҳон аҳолисининг тез кўпайиб бораётгани миллатлараро муносабатлар, урбанизация масалалари ана шундай муҳим муаммо масалалардир. Шу сабабли бу муаммоларни ечишда чора тадбирлар ишлаб чиқишда картографик усуллардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ дед ҳисоблаймиз.

#### Адабиётлар:

1. Каримов И.А. Ўзбекистон буюк келажак сари.-Т.: Ўзбекистон, 1996. 102 б.
2. Абдуллаев Ё. Статистика назарияси.:100 савол ва жавоб.-Т.: Мехнат, 2000.-448 б.
3. Асанов Г.Р.-Аҳоли географияси. Ўқув қўлланма.-Т.: Ўқитувчи, 1978.-220 б.
4. Бўриева М. Ўзбекистонда туғилиш ва унга таъсир этувчи омиллар // Ўзбекистон аҳолиси ва меҳнат ресурслари.-Т., 1992. Б. 26-37
5. Бўриева М.Р. Ўзбекистонда оила демографияси.-Т.: Университет, 1997.-181 б.
6. Салиев А., Кадыров М. География населения и населенных пунктов Самаркандской области. Учебное пособие.-Самарканд, 1998.-164 с.
7. Салищев К.А. Картоведение. Учебник. -М.: Изд-во МГУ, 1990.
8. Сафаров Э.Ю. Географик ахборот тизимлари.-Тошкент., НУУзб., 2010.
9. Тожиева З. Иқтисодий ва демографик статистика. Ўқув қўлланма.-Т.: ЎЗМУ, 2002.-160 б.

УДК 691-492-027.267

## ЁНГИНЛАРНИ САМАРАЛИ ЎЧИРИШДА КЎПИК ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИ ДАСТАКЛАРНИ АҲАМИЯТИНИ ОШИРИШ

Каримов Музаффар Шавкатович, катта ўқитувчиси,  
Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси

Ушбу мақола матнида ҳозирги кунда мавжуд бўлган кўпикли ёнгин ўчириш дастакларининг асосий функциялари ҳамда техник кўрсаткичлари, бино ва иншоотларининг ички қисмларида содир бўлган ёнгинларни самарали ўчирувчи дастакларни такомиллашган ва тежамкорлигини ошириб бориш йўналишида илмий изланишларни олиб бориш масалалари атрофлича ёритилган.

**Таянч тушунчалар:** ёнгин ўчириш кўл дастаклари, ёниш худуди, иссиқлик таъсири худуди, кўпик ҳосил қилувчи воситалар.

В данной статье подробно рассматриваются основные функции и технические характеристики существующих ручные пожарные стволы пенного типа, позволяющих повысить эффективность и действенность ручных пожарных стволов внутри помещения зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** Ручные пожарные стволы, зона сгорания, зона теплового воздействия, пенообразователи.

This article discusses in detail the main functions and technical characteristics of existing foam type manual fire-fighting nozzles, which can increase the efficiency and effectiveness of manual fire-fighting nozzles in the interior of buildings and structures.

**Key words:** manual fire-fighting nozzle, combustion zone, heat affected zone, foaming agents.

Ҳозирги кунда, илм ва техника, ишлаб чиқариш соҳасидаги замонавий ёндашувлар сари ривожланиб бораётганлиги билан бир қаторда инновацион ғояларни рўёбга чиқариш ҳамда янги турдаги ишланмаларни амалда қўллаш, Давлатимизнинг иқтисодий ўсишини таъминлайди. Албатта бир давлатнинг ресурси билан халқнинг манфаатини кондириб бўлмайди. Шунинг учун барча давлатлар ўзининг маҳсулотини экспорт ва импорт қилиш орқали ўз манфаатлари ва халқнинг эҳтиёжини кондиради. Барча давлатларда стратегик аҳамиятга эга бўлган қора олтин яъни, нефтга бўлган эҳтиёжнинг йилдан-йилга ортиб бораётганлиги нефт ва нефт маҳсулотларидан оқилона фойдаланишни таъминлаш ҳамда унинг нечоғли катта аҳамиятга эга эканлигини кадрлаган ҳолда уларда содир бўлиши мумкин бўлган ёнгинларнинг дастлабки жараёнида ўчиришнинг усул ва воситаларини мукамаллаштириш бўйича изланишларни давом эттиришни талаб этади. Нефт ва нефт маҳсулотлари сиғимларда ёки тўқилган ҳолатда бўлмасин уларда содир бўлган ёнгинларни ҳар доим кўпик ҳосил қилувчи моддлар орқали ҳаво билан ёнувчи модданинг аралаштириш жараёнини чеклаш орқали ёнгинларни ўчиришимиз мумкин.

Кўпик ҳосил қилувчи моддаларга таъриф берадиган бўлсак, ҳаво-механик кўпик суюқ ва қаттиқ ёнувчи моддалар бўлиб, ёнгинни ўчириш учун мўлжалланган. Кўпик бири-биридан юпқа суюқлик пардаси билан ажратилган газ ёки ҳаво пуфакчаларидан таркиб топган дисперсион ячеикали-плёнка тизимдан иборат.

Ҳаво-механик кўпик, кўпик ҳосил қилувчи

эритманинг ҳаво билан механик аралаштирилишидан ҳосил бўлади. Кўпикнинг асосий ёнгин ўчириш хусусияти шундан иборатки, у ёниш зонасига ёнувчан буғлар ва газлар киришига тўққинлик қилади ва бунинг натижасида ёниш тўхтайдди. Ёнгин ўчириш кўпикларнинг совутиш таъсири ҳам катта аҳамиятга эга, бунинг таркибида катта миқдорда суюқлик бўлган паст каррали кўпикларга ҳосидир.

Ёнгин ўчириш кўпикининг муҳим тавсифи унинг карралигидан иборат. Кўпикнинг карралиги кўпик ҳажми унинг таркибидаги кўпик ҳосил қилувчи эритмасига нисбатини билдиради.

Ёнгин ўчирувчи кўпиклар паст (10 гача), ўртача (10 дан 200 гача) ва юқори (200 дан ортиқ) каррали кўпикларга ажратилади. Олиндиган кўпикнинг карралиги, кўпикли дастаклар тавсифига қараб белгиланади: паст каррали, ўртача каррали ҳамда паст ва ўртача каррали кўпикни олиш учун комбинациялашган дастаклар (1-расм). [1].

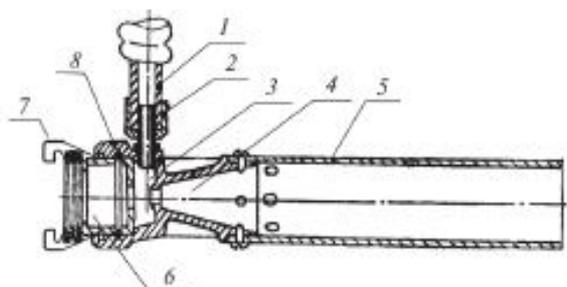


1-расм. Кўпикли ёнгин ўчириш дастакларининг классификацияси.

Кўпикли дастак – босимли енг йўлининг учидан ўрнатилган қурилма бўлиб, у кўпик ҳосил қилувчи модданинг сувли эритмасидан турли карраликдаги ҳаво-механик кўпик оқимларини шакллантириш учун мўлжалланган.

Паст каррали кўпикни олиш учун СВП ва СВПЭ ҳаво-механик кўпикли дастаклар қўлланилади. Улар бир хил қурилмага эга бўлиб, фақат ўлчамлари ва кўпик ҳосил қилгични идишдан сўриб олиш учун мўлжалланган эжекторловчи қурилмаси билан бир-бирдан фарқланади.

СВПЭ дастаги (2-расм) уни, бир томонидан тегишли диаметрдаги босимли енг линиясига улаш учун сапкали улаш мосламаси (7) ўралган корпусдан, иккинчи томондан эса винтларга уланган алюминий қотишмасидан тайёрланган ва ҳаво-механик кўпикни шакллантириш ва уни ёнги ўчоғига йўналтириш учун мўлжалланган қувурдан (5) иборат. Дастак корпусида учта камера мавжуд: қабул қилувчи (6), вакуумли (3) ва чиқиш камераси (4). Вакуумли камерада 1,5 м узунликдаги, у орқали кўпик ҳосил қилгич сўриб олинган шлангни (1) улаш учун 16 мм диаметрли ниппел жойлашган. Сувнинг ишчи босими 0.6 МПа бўлганда дастак корпусининг камерасида 600 мм симоб устунидан (0,008 МПа) кам бўлмаган сийракланиш ҳосил бўлади.



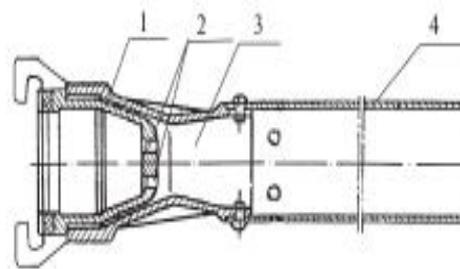
**2-расм. Эжектор қурилмаси СВПЭ туридаги ҳаво-кўпикли дастак:** 1-шланг; 2-ниппел; 3-вакуум камераси; 4-чиқиш камераси; 5-йўналтирувчи қувур; 6-қабул камераси; 7-бирлаштирувчи бошча; 8-корпус.

СВП дастагида кўпик ҳосил қилиш (3-расм) тамойили қуйидагилардан иборат. Кўпик ҳосил қилувчи эритма дастак корпусидаги (1) тешик (2) орқали ўтиб, конусли камерада (3) сийраклашиш ҳосил қилади ва унинг натижасида ҳаво дастакнинг йўналтирувчи қувурида (4) бир текисда жойлашган саккизта тешик орқали сўриб олинади. Қувурга келиб тушувчи ҳаво кўпикни ҳосил қилувчи эритма билан жадал аралаштирилади ва дастакдан чиқишда ҳаво механик кўпик оқимини ҳосил қилади.

СВПЭ дастагида кўпик ҳосил қилиш тамойили СВП дастагига қараганда шу билан фарқ қиладики, унинг қабул қилиш камерасига кўпик ҳосил қилувчи эритма эмас, балки сув келиб тушади ва сув марказий тешик орқали ўтиб, вакуумли камерада сийраклашишни ҳосил қилади. Ниппел орқали вакуумли камерага шланг билан бошқа идишдан кўпик ҳосил қилувчи модда сўриб олинади.

Паст каррали кўпикни олиш учун ёнги

ўчириш дастакларининг техник тавсифлари 6-жадвалда келтирилган.



**3-расм. СВП туридаги ҳаво-кўпикли дастак:** 1-дастак корпуси; 2-тешиклар; 3-конусли камера; 4-йўналтирувчи қувур.

1-жадвал

Кўрсаткич	Ўлчов бирлиги	Дастакнинг тури			
		СВП	СВПЭ -2	СВПЭ -4	СВПЭ -8
Кўпик бўйича унумдорлик	м <sup>3</sup> /мин	4	2	4	8
Дастак олдидаги ишчи босим	МПа	0,4-0,6	0,6	0,6	0,6
Сув сарфи	л/с	-	4,0	7,9	16,0
Кўпик ҳосил қилувчи модда эритмасининг сарфи 4 – 6 %	л/с	5-6	-	-	-
Кўпикнинг дастакдан чиқишдаги карраллиги	-	>7,0	8,0 (дан кам эмас)		
Кўпикни узатиш масофаси	м	28	15	18	20
Бирлаштирувчи бошча	-	ГС-70	СГ-50	СГ-70	ГС-80

Кўпик ҳосил қилувчи модданинг суви эритмасида ўртача карралликдаги ҳаво механик кўпикни олиш ва уни ёнги ўчоғига узатиш учун ўртача карралликдаги кўпик генераторларидан фойдаланилади [2].

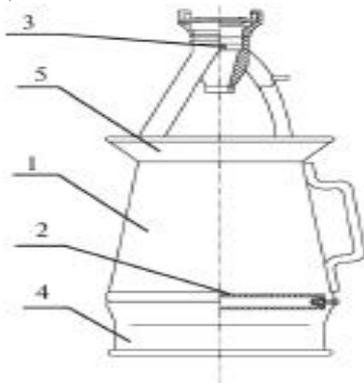
Кўпик бўйича унумдорлигига қараб генераторларнинг қуйидаги турлари ва ўлчамлари ишлаб чиқарилади:

ХКД-200 ва ХКД-600 генераторлари тузилиши бўйича бир хил бўлиб, бир-бирдан пуркагич ва корпуснинг геометрик ўлчамлари билан фарқланади. Генератор кўчма турдаги сув оқимли эжектор жихоздан иборат бўлиб қуйидаги асосий қисмлардан таркиб топади (4-расм): йўналтирувчи қурилмали генератор корпуси (1), тўрлар пакети (2), марказдан қочувчи пуркагич (3), учлик (4) ва коллектор (5). Генераторнинг коллекторига учта устун ёрдамида пуркагич корпуси маҳкамланади, унинг ичида эса пуркагич (3) ва муфтали бирлаштирувчи бошча мантаж қилинган бўлади. Тўрлар пакети (2) ён юза сиртлари бўйича металл тўр (ячейкасининг ўлчами 0,8 мм) тортилган ҳалқадан иборат. Гирдоб турдаги пурка-

гичда (3) олтига дарча бўлиб, улар 12<sup>0</sup> бурчак остида жойлашган. Бу ишчи суюқлик оқимининг айланишига олиб келади ва чиқишда пуркалган оқим ҳосил бўлади. Учлик (4) кўпикли оқимни тўрлар пакетидан кейин ихчам (компакт) оқимга шакллантириш ва кўпикнинг узатиш масофасини ошириш учун мўлжалланган.

Ҳаво механик кўпик учта таркибий қисм: сув, кўпик ҳосил қилгич ва ҳавони белгиланган нисбатда генераторда аралаштиришдан ҳосил бўлади. Кўпик ҳосил қилгич эритмасининг оқими босим остида пуркагичга узатилади. Пуркалган оқимни коллекторга киришдаги эжекцияси натижасида ҳавонинг сўрилиши ва унинг эритма билан аралашishi юз беради.

Кўпик ҳосил қилувчи эритманинг томчилари билан ҳавонинг аралашмаси тўрлар пакетига тушади. Тўрларда деформацияланган томчилар чўзилган юққа пардалар тизимини ҳосил қилади ва улар берк ҳажмларга айланиб, аввалига элементар алоҳида пуфакчаларни, сўнгра оммавий тарзда кўпик ҳосил қилади. Янги келиб тушаётган томчилар ва ҳавонинг энергияси туфайли кўпик генераторидан кўпик сиқиб чиқарилади.



4-расм. КХД-600 кўпик генераторининг схемаси: 1-генератор корпуси; 2-тўрлар тўплами; 3-марказдан қочма пуркагич; 4-учлик; 5-коллектор

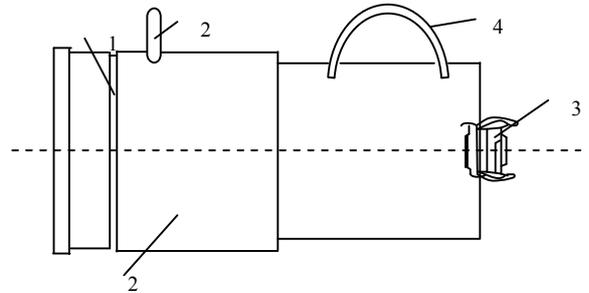
КХД-200, КХД-600 ва КХД-2000 дастакларининг техник тавсифи 2-жадвалда кўрсатилган.

2-жадвал

Кўрсатгич	Ўлчов бирлиги	Ўртача карраликдаги кўпик генератори		
		КХД-200	КХД-600	КХД-2000
Кўпик бўйича унумдорлик	л/с	200	600	2000
Кўпик карралиги		80-100		
Пуркагич олдидаги босим	МПа	0,4-0,6		
Кўпик ҳосил қилувчи эритманинг сарфи 4 – 6 %	л/с	1,6 – 2,0	5,0 – 6,0	16,0 – 20,0
Кўпикни узатиш масофаси	м	6	10	12

Комбинацияланган кўпикли ёнғин ўчириш дастаклари сифатида кўчма, стационар ва ташилувчи турлардан иборат УКПТ “Пурга” кўпикли ёнғин ўчириш жиҳозини кўриб чиқамиз. Ушбу жиҳозлар паст ва ўрта каррали ҳаво-механик кўпикни ҳосил қилиш ва ёнғин ўчоғига узатиш учун мўлжалланган [3].

УКПТ “Пурга” КХД-600 кўпик генераторининг схемаси жиҳозларининг техник кўрсаткичлари 3-жадвалда келтирилган.



5-расм. Пурга-10 кўпик генераторининг схемаси: 1-тўрлар сеткаси; 2-тўрлар тўплами; 3-марказдан қочма пуркагич; 4-дастак туткичи.

3-жадвал

Кўрсатгич	Ўлчов бирлиги	Комбинацияланган кўпикли ёнғин ўчириш жиҳози						
		Пурга-5	Пурга-7	Пурга-10	Пурга-10.20.30	Пурга-20.60.80	Пурга-30.60.90	Пурга-200-240
Кўпик ҳосил қилувчи аралашмаси бўйича сарфи	л/с	5-6	7	10	30	80	90	200-400
Ўрта каррали кўпик бўйича	л/с	350	490	700	1200	2400	2700	6000
Ўрта каррали кўпик оқимини узатиш масофаси	м	20	25-30	30	45-50	70	85	90-100
Дастак олдидаги ишчи босим	МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9-1,2	1,0-1,4
Кўпик карралиги	-	70	70	60-70	30-40	30	30	30
Кўпик ҳосил қилгич сарфи	л/с	0,36	0,4	0,8	1,8	4,8	5,0	12,0

Юқорида тўхталиб ўтилган дастакларнинг тузилиши ва функциялари аввалгиларидан кўра такомиллашган бўлишига қарамасдан айрим турдаги камчиликларга эга эканлиги амалиётда ёнғинларни ўчириш давомида аниқланди. Кичик каррали кўпик ҳосил қилувчи СВП ва СВПЭ дастаклари иссиқлик таъсири катта бўлган ҳолларда узоқ масофалардан кўпик ҳосил қилувчи моддани узатишга мўлжалланганлиги сабабли камдан кам ҳолларда амалиётда ишлатилиб келмоқда. Шу билан бирга, ўрта каррали кўпик ҳосил қилувчи КХД-600 ва “Пурга” дастаклари фақатгина очиқ майдон-

ларда ёнаётган нефт ва нефт маҳсулотларининг юза қисмини катта ҳажмда кўпик моддаси билан қоплашга мўлжалланган бўлсада, хонанинг ички қисмларидаги кичик ҳажмдаги ёнғинларни ўчиришда катта миқдорда кўпикнинг сарфланишига олиб келади [4].

Кўпик ҳосил қилувчи дастакларда мавжуд камчиликларни ўрганиш баробарида келгусида кўпикли дастакларнинг нафақат узоқ ва очик ҳажмларда содир бўлган ёнғинларни ўчиришини таъминлаши, балки, бино ва иншоотларнинг ички қисмларидаги кичик ҳажмли нефт ва нефт маҳсулотларини ўчиришда қўлланиладиган дастакларни яратиш долзарб масалаларга айланиб келмоқда. Бу борада такомиллаштирилган дастакнинг дастлабки кўриниши яратилган бўлиб, ушбу дастак орқали ёнғин ўчоғига сув ёки кўпик ҳосил қилувчи моддаларни узатиш мумкин, фақатгина ёнғин модданинг таркибини аниқлаш билан кифояланади.

Ҳозирги вақтда мазкур долзарб масала юзасидан илмий-тадқиқот ишлари ва экспримен-

тал тажрибаларнинг якуний босқичи амалга оширилмоқда. Бунинг натижасида янги турдаги ёнғин ўчириш дастаклари ҳар қандай ёнғинчи маҳсулотларни ўчириш хусусиятига эга бўлади

#### Адабиётлар:

1. Пожарно-техническое вооружение. Учеб. пособие для пожарно – техн. училищ. М., Стройиздат, 1974, 372 с. с ил.

2. Ёнғин ўчириш техникаси [Матн]: дарслик. А.Ҳ.Қўлдошев, Ў.Т.Музафаров, М.Б.Мусахожиев. Ўзбекистон Республикаси ИИВ Ёнғин хавфсизлиги институти. – Т.:Чўлпон номидаги НМИУ.2018. – 500б.

3. Пожарная техника: Учеб. для пожарно-техн. училищ. В 2 ч. 1. Пожарно-техническое оборудование/А.Ф.Иванов, П.П.Алексеев, М.Д.Безбородько и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 408 с.: ил. – ISBN 5-274-00029-0/

4. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/stvolysvp-4-svp-8-ttx-iz-chegoso-stoit-rasxod-vody-rasxod-penoobrazovatelya-ploshhad-tusheniya-proizvoditelnost/>.

## СУВ ИНШОТЛАРИ ВА УЛАР БИЛАН БОҒЛИҚ БЎЛГАН САЛБИЙ ЖАРАЁНЛАР

Ҳажиматова Мавлудахон Мамасолиевна

Жиззах политехника институти

В статье рассмотрены некоторые вопросы очистки промышленных сточных вод промышленных предприятий нашей Республики. Разработаны практические рекомендации для повышения эффективности очистки новыми флокулянтами на основе местных сырьевых ресурсов и отходов для очистки нефтесодержащих сточных вод различных предприятий.

**Ключевые слова:** сточная вода, очистка, водопотрятие, обработка, биоочистка, флокулянт, коагулянт, реагент.

The article describes cleaning issues of waste waters from industrial companies. Some practical recommendations on efficiency improvement of cleaning by the new flocculant on the base of local raw sources and wastes for oily waste cleaning of various enterprises.

**Key words:** waste waters, cleaning, water drinking, obtain, biocleaning, flocculant, koagulant, reagent.

Сув энергияси, сув йўллари ёки сувнинг ўзидан фойдаланиш мақсадида сув омборлари ва каналлари қурилади. Ҳозирги кунда МДХ мамалакатларида сув сифими 1 млн.метр кубдан ортиқ мингга яқин сув омборлари мавжуд бўлиб, уларнинг сув сатхи 116 минг кв.км га боради. Улар ичида энг катталари Братск (179 км<sup>2</sup>), Илимск (59,4 км<sup>2</sup>), Куйбешев (58 км<sup>2</sup>), Волгоградск (32,2 км<sup>2</sup>), Рибинск (25,4 км<sup>2</sup>) ҳисобланади. Агарда юқоридагиларга эътибор берсак, улар юз минглаб ҳар хил катталиқдаги, сув сифими 1 млн. гектар экинзор, ўрмон ва дехқончилик майдонларини эгаллаб олганининг гувоҳи бўламыз.

Сув амборлари дарё бўйидаги шаҳар ва қишлоқларни сув тошқинидан асраб, сувни йиғиб, керакли вақтларда ишлатиш ва электр энергиясини ҳосил қилиш имконини беради. Улар фойда келтириш билан бирга атроф-мухитга таъсир қилиб, зарар ҳам келтиради. Бу

таъсир сув омборининг катталиги, чуқурлигидан ташқари, қурилган сув омборининг зарarli таъсири кўпроқ бўлади [1].

Сув омборлари дарё окизиб келаётган лойка, кум, шағалларнинг 90-95% ини ушлаб қолади. Бунинг икки хил зарarli жихати бор. Бири сув омбори саёзлашишини тезлаштириб, сифимини кичрайтиради, иккинчиси экин майдонларини, унинг ҳосилдорлигини оширувчи лойқадан маҳрум этади. Чорвоқ сув омбори тағида шағал, кум ва турли жинслар йиғилиши ҳисобига бир йилда 1,5-2 метрга саёзлашиб бормоқда. Дарё сувидаги лойка экинларга хаётий зарур бўлган озуқа моддаларига бой. Лойқаси сув омборларида чўккан сув билан суғорилган ерлар кўшимча озикланишни талаб этади.

Волга дарёсида қурилган кўплаб тўғонлар натижасида 3,2 - 4,8 млн. гектар ўтлоқ ва дехқончиликка ярайдиган ер сув остида қолди,

3,5 - 5 млн. гектар ер захлаб хосилдорлиги пасайиб кетди. Сизот сувлари сатхининг кўтарилиши сув омбори қирғоғидан ўнлаб метрдан бир неча километргача етади. Иссиқ фаслларда сув омборлари устида хосил бўлган салқин хаво оқимлари Волга ҳавзасининг 30-40 млн. гектар, яъни 18% ерида ёғингарчилик камайишига олиб келади. Биринчи жаҳон урушидан олдин Волгадан йилига 5 млн. центнер балиқ овланган бўлса, ҳозир фақат 40 минг центнер овланади. Энг қимматбаҳо остёр балиқларининг касалланиши 1988 йили 99% га етган. Техника ривожланиб ер қазииш ишлари осонлашганидан фойдаланиб, айрим хўжаликларда шахсий кичик сув омборлари қуриб олиш ҳоллари учрамоқда. Россиянинг Кубан воҳаси чўл иқлимида дарёларнинг умумий узунлиги 4 минг км дан ортиқроқ бўлиб деярли ҳар 3 километрга биттадан 1408 та сув омбори қурилган. Уларнинг 18% и ишлатилади ҳолос, қолганлари дарё сувларининг бекорга буғланиб кетишига, натижада сизот сувлари сатхининг кўтарилиб, ерларнинг захлаб кетишига сабаб бўлмоқда. Олдин дарёлар булоқ сувларини йиғиб, табиий, захлаш вазифасини бажарган бўлса, ҳозир ер захини қочириш учун катта маблағ сарфлаб захкашлар қазииш керак бўлмоқда.

Мамлакатимизнинг 51 та ва мамлакатлароро 5 та сув омборига 55,5 млрд. метр куб сув сиғади. Уларни қуриш муносабати билан кўплаб қишлоқлар, минглаб гектар унимдор ерлар сув тагида қолиб кетади. Бундан ташқари ҳар йили сув омборлари сатхидан 5 млрд метр куб ҳажмдаги сув хавога буғланади. Уларнинг аксарияти дехқончиликка салбий таъсир қилади. Масалан, Андижон сув омбори ишга туширилгач, 10 йилдан кейин сув омборидан 20 км узоқликда жойлашган Савай давлат хўжалигида экинлар учун фойдали харорат йиғиндиси 4,02 даражагача пасайган, сув омбори атрофидаги районларда ғўза ўсадиган энг қулай кунлар 20-35 кунга қисқарган.

Бу хосилдорликнинг пасайишига ўсимликлар учун фойдали лойқаларнинг далаларга етиб келмай сув омборларида қолиб кетиши ҳам сабаб бўлади. Бундай ҳол Каркидон, Қўрғонтепа ва бошқа сув омборлари атрофида ҳам кузатилади. Туямўйин гидроузели қурилгандан сўнг Амударёдан оқиб келаётган хосилдор лойқа сув омборида чўкиб қолиши оқибатида Қароқалпоғистон Республикаси ва Хоразм вилоятларида тупроқ эрозияси кучайган, ернинг мелиоратив ҳолати ёмонлашган, сув хароратининг бир даражага пасайиши юз берган. Натижада ҳосилдорлик камайиб ҳар йиллик зарар 159 миллион сўмга етган. Лойқа сув билан суғориладиган тупроқларда намликнинг сақланиши яхши бўлиши ҳисобига сув сарфи 2 баробаргача камайиши мумкин.[2]

Катта сатхли сув омборларида сув тўлқинланиб қирғоқларни емиради. Емирилиш тезлиги тўлқин кучига ва қирғоқдаги тоғ жинсларининг сувга чидамлилига боғлиқ бўлиб, энг кўп емирилиш гилли ва лёсли тоғ жинсларида кузатилади.

Боғланиш кучи ва ишқаланишга бўлган қаршилиқ камайиб, тоғ жинси қатламлари пастга қараб сурилади. Сурилмаларнинг ҳажми, тезлиги ва зарари ҳар хил бўлиб, баъзан кўнгилсиз ходисаларга сабаб булади. Бундай кўнгилсизликлардан бири 1963 йили Италиянинг шимолида қурилган Войонт сув омборида юз берган. Унинг ўнг қирғоғида 360 млн.м<sup>3</sup> тоғ жинси сурилиб, сув омборидан 114 млн<sup>3</sup> сувни сикиб чиқаради. Бу сув 265 метр баландликдаги тўғон устидан ошиб тушиб, бир неча қишлоқ ва шаҳарлар сув остида қолди, 3000 га яқин кишининг ўлимига сабаб бўлди.

Баланд тўғонларнинг қурилиши, юзлаб метр қалинликдаги сув массасининг йиғилиши сув омбори заминида тоғ жинсларига нисбатан бўлган босимнинг ортиб кетишига, натижада одамлар фаолияти билан боғлиқ, бўлган техноген ер силқинишларига сабаб бўлади. Дунёда энг баланд тўғонлардан бири Вахш дарёсидаги Нурек ГЭСи тўғони бўлиб, унинг баландлиги 300 метр бўлган бўлса, кейинчалик шу дарё водийсида ундан ҳам баланд (335,0 м) Роғун тўғони қурила бошлаган ва сув омбори тагида қоладиган 42 та аҳоли турар жойларидан 22 мингдан ортиқ киши кўчирилган. Қурилишлар катталашган сари уларнинг атроф муҳитга салбий таъсири ҳам ортиб боради. Бундан ташқари, улар кўп маблағ талаб этади, қурилишга ниҳоят узоқ вақт кетади. Масалан, Нурек ГЭСи қурилишига 20 йилдан ортиқ вақт кетган бўлса, Роғун ГЭС и 20 йилдан бери қурилмоқда. Шунинг учун қисқа муддатда би-тадиган, ҳаражатни тезда қоплай бошлайдиган кичикроқ иншоотларни қуриш иқтисод ва атроф муҳит учун фойдалироқдир.

Сув омборларининг емирилишига, сурилмаларнинг ҳосил бўлишига, ер ости сув сатҳларининг кўтарилишига, таъсирининг турғунлашувига 10-20 йил кетади, сув таркибининг ўзгариши эса, асосан биринчи йилларда содир бўлади. Тўғонларнинг пастки қисмида сув оқимининг кескин пасайиши унда зарарли ва захарли сув ўтларининг кўпайишига сабаб бўлади. Шунингдек, сув хароратини пасайтириб, 5-15 кун эрта музлашига ва 10-20 кун кечроқ эрийдиган ҳолга келишига сабаб бўлади.

Бўз ерларга сув келтириб, у ерларни ўзлаштириш мақсадида қурилган каналларнинг ҳам фойдали, ҳам зарарли томонлари бор. Бундай каналлар асосан ёғингарчилик микдори дехқончилик қилиш учун етарли бўлмаган чўл иқлим шароитларида қурилади. Улар ёрдамида

дарё водийсига яқин текисликлар ўзлаштирилган. Суғорма дехқончиликнинг худудларига ва чўл иқлимли зоналарга тарқалиши, айниқса, кейинги 30-40 йил ичида ривожланди. Собик Итгифокда бир неча йирик каналлар қурилди ва ҳатто шимолга оқаяётган дарёларни жанубга буриш лойиҳалари тузила бошланди [3].

Жумладан, энг катта ҳисобланган Қорақум каналининг лойиҳадаги 1300 км узунлигидан 1070 км қисми ишга туширилган. Унинг 450 км қисми кема юрадиган даражада катта бўлиб, йиллик сув сарфи  $7,8 \text{ км}^3$  ни ташкил этади. Канал сув ўтказувчанлиги каттароқ бўлган гилли ва кумли жинслардан қурилганлиги учун сувнинг деярли ярми ерга шимилиб кетади. Натигада канал атрофида ер ости сувларининг сатҳи кўтарилиб, ер захлаб, шўрланиб, ботқоқланиб, умумий сатҳи 80 минг гектарли, сув сифими  $225 \text{ км}^3$  бўлган минглаб кўлчалар ҳосил бўлган.

Маданият ўчоқларидан бўлган Мурғоб ва Тежен воҳаси ерлари захланиб, қадимий бино ва иншоотлар шикастланди. Бундай нохушликларни бир миллион гектар ерни ўзлаштиришга мўлжалланган 546 километрли Аму-Бухоро ва Арис-Туркистон каналлари орқали сув билан таъминланадиган ерларда ҳам қуриш мумкин.

Дарё сувларининг йўналишини орқа (тескари) томонга ўзгартириш кўп миқдордаги электр энергиясини талаб этади. Масалан, узунлиги 452 км ва кенглиги 15 метр бўлган Қорағанда каналида сувни 475 м баландликка кўтариб бериш, унинг 22 километрида қурилган сув кўтарувчи иншоотларни ишлатиш учун 350 минг киловатт электр энергияси сарфланади. Демак, электр энергиясини олиш мақсадида дарёларда тўғонлар қурилиб, баъзан, аҳолини кўчириш ҳисобига очилган янги ерлар ҳамини фойда келтиравермайди. Бундан ташқари, сув тақсимотининг кескин ўзгариши геологик муҳитга, дарё ҳамда унинг атрофидаги жониворлар ва ўсимликлар дунёсига, ҳатто иқлимга ҳам салбий таъсир этади.

Об дарёси сувини Марказий Осиёга келтиришга қарши бўлган олимларнинг фикрича, бундай ҳолат ёзда сув ҳароратини пасайтириб, дарё ва унга яқин ерлардаги жонивор ва ўсимликлар маҳсулдорлигини 17-21% га камайтиради.

Ҳаво ҳарорати фақат йил фаслларига қараб ўзгармайди, балки 11-12, 22-24, 80-92, 167 йил ва ундан катта даврий ўзгаришларга ҳам эга. Хозир Сибирь хавоси ҳарорати пасаймоқда, яъни, энг паст ҳарорат XX асрнинг охири ва XXI асрнинг бошларига тўғри келишини ва XXI асрнинг 10-20 йилларига келиб, яна исий бошлашини инобатга олиш зарурлигини таҳмин қилишмоқда. Албатта, йирик лойиҳаларни амалга оширишдан олдин, уни ҳар тарафлама ўрганиб, келажакда атроф-муҳитни ўзгар-

тиришга бўладиган таъсири эътиборга олинса, катта харажат сарфланмайди. Академик А.Н.Яншин айтганидек [4], сув келтиришдан кўра электр энергиясини келтириш ҳам осон, ҳам арзон. Агар электр энергияси бўлса, сувни истаган жойдан чиқариш мумкин.

Маълумотларга қараганда, Ўзбекистан ер ости сувлари оқимидан Сирдарё сувига тенг келадиган миқдорда сув олиш мумкин. Ҳар бир қазилган қудуқдан 150 гектар ерни суғурса бўлади. Бу сув Сибирдан келтирилган сувга нисбатан юз баробар арзондир. Аммо ундан фойдаланиш қоникарли ахволда эмас. Пахтани суғориш мақсадида бурғуланган қудуқлар кўп ҳолларда суғориш даври тугагандан сўнг қаровсиз қолиб, яроқсиз ҳолатга келади. Экин суғоришга мўлжалланган сувнинг 30-50% и ерга шимилиб, ҳар хил туз, ўғит ва дорилар билан ифлосланиб зовур ва кўлларда йиғилади. Уларни чучуклаштириб ишлатиш ҳозирда қиммат бўлса ҳам, қуёш ва атом энергиясидан фойдаланаётган мамлакатларда кенг қўлланилмоқда. Махсус қурилмалар қурилиб, улар тақомиллашиб бормоқда. Агар 1960 йилларда дунёда 100 га яқин шундай қурилма бўлган бўлса, 1970 йилга бориб уларнинг сони 1000 та дан ошди. Шу билан бирга, 1 литр чучук сув олишга 0,4-0,5 сўм сарф қилинган бўлса, кейинги 20 йил ичида бу қиймат 10 баробар арзонлашди. Қувайтда  $1 \text{ м}^3$  чучук сув олишга 10 цент сарфланади. Бир литр сув таркибида 35 грамм туз бўлган шўр сувнинг (қишда) муз ҳолатдаги қисмида туз миқдори 1-2 г экан.

Маълумки, шўр сув кимёвий, яъни, ион алмаштириш усули билан чучуклаштирилади. Лекин ҳамма усуллар ичида ҳозирча (бизнинг шароитда) энг самаралиси сувдан тежамкорлик билан фойдаланиш ва уни бекорга исроф қилиш йулларини бартараф этишдир.

#### Адабиётлар:

1. Мухамедғалиев Б.А. Экологик хавфсизлик. Т.ТошДТУ, 2014й. 230 б.
2. Мухамедғалиев Б.А. Асосий ишлаб чиқариш технологияси ва саноат экологияси. Т.: ТошДТУ. 2011й. 190 б.
3. Кенжабаев А.Т, Султонов А.О. Применение современных автоматизированных информационных систем как важнейший механизм для использования водных ресурсов региона. - журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №. 4.
4. Мирзоев, А. А., Ходжаев, Я. Д., Хусанов, И. Н., & Хажиматова, М. М. Многофазные среды со сложной реологией и их механические модели. In XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики (pp. 2558-2561).
5. Ибрагимов Н.И., Мухамедғалиев Б.А. Лойиҳалаш асослари ва экологик экспертиза. Т.: Файласуфлар жамияти нашриёти. 2009 й. 280 б.

## МЕРОПРИЯТИЕ СОКРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ВРЕДНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Мусаев Шароф Мамаражабович, Джизакский политехнический институт

Охрана атмосферного воздуха от загрязнения выбросами промышленных предприятий является актуальнейшей проблемой. Одним из ведущих направлений природоохранных работ является детальное изучение источников и процессов загрязнения атмосферного воздуха. На статье анализируются выбросы вредных веществ выбрасываемыми в атмосферу различными производствами.

**Ключевые слова:** промышленных предприятий, актуальнейшей проблемы, природоохранных работ.

Protect of atmosphere air from industrial wastes will be actual day by day. Pollutant of Atmosphere one of the most important problem in the world. This article explains about waste influence to atmosphere.

**Key words:** from industrial, important problem, article explains about.

Охрана атмосферного воздуха от загрязнения выбросами промышленных предприятий является актуальнейшей проблемой. Одним из ведущих направлений природоохранных работ является детальное изучение источников и процессов загрязнения атмосферного воздуха. Различают естественные и искусственные (антропогенные) источники загрязнения атмосферы. Естественное загрязнение атмосферы происходит при извержении вулканов, выветривании горных пород, пыльных бурях, лесных пожарах (возникших от ударов молнии), выносе морских солей. В атмосфере постоянно присутствует аэропланктон – бактерии (в том числе болезнетворные), споры грибов, пыльца растений (в том числе ядовитая пыльца амброзии) и др. Искусственное загрязнение атмосферы характерно главным образом для городов и промышленных районов. В городах и их окрестностях много промышленных предприятий, автотранспорта и отопительных систем, которые загрязняют атмосферу и отрицательно влияют на микроклимат. Долгое время проблема загрязнения воздуха в городах была в основном связана с сжиганием угля в отопительных системах, выбрасывающих в атмосферу дым, золу и сернистый газ (SO<sub>2</sub>). В настоящее время на первое место в качестве источника загрязнения атмосферы выдвигаются промышленные предприятия и автомобильный транспорт [1, 3-4].

Промышленность загрязняет атмосферу выбросами вредных газов и индустриальной пыли. Основными источниками загрязнения воздуха являются тепловые электростанции, металлургические, химические, нефтеперерабатывающие, цементные и другие заводы.

Химический состав выбросов в атмосферу различен в зависимости от вида топлива, состава производственного сырья, технологии производства и т.д. Например, в доменном газе содержится ядовитая окись углерода, дым алюминиевых заводов загрязняет атмосферу фтористыми соединениями. При производстве бумаги в атмосферу попадают копоть, сернистый ангидрид, сероводород и неприятно пах-

нущие меркаптаны. Производство искусственных волокон (например, нейлона) сопровождается выделением токсичного сероуглерода (CS<sub>2</sub>) и неприятно пахнущего сероводорода. Что касается пыли, то большое её количество выбрасывают в атмосферу тепловые электростанции. Они используют самые плохие, низкосортные угли, которые при сгорании дают много золы и значительный процент сернистых соединений. Эти угли сжигаются в пылевидном состоянии. Причем много золы выбрасывается с дымовыми газами в атмосферу, а затем осажается по всей местности в виде чёрной копоти. Теплоэлектростанция средней мощности, сжигающая в сутки 2000 т угля самого низкого сорта, выбрасывает за это же время в воздух около 400 т золы и 120 т сернистого газа. Вредные последствия такого загрязнения воздуха очевидны [2]. Второй мощный источник пыли – цементные заводы. Сырьём для изготовления цемента служит известняк в смеси с мергелем или глинистыми сланцами. Сырьевая смесь обжигается для получения так называемого клинкера (твёрдого камневидного материала), который затем дробится и размалывается.

Эти процессы сопровождаются интенсивным пылевыделением, причём цементная пыль загрязняет не только воздух, но и всю прилегающую к заводу территорию. Ориентировочные, весьма неполные подсчёты показывают, что ежегодно в атмосферу Земли поступают сотни миллионов тонн вредных газов и пыли. Эти загрязнения особенно ощутимы в промышленных городах и районах, так как, несмотря на рассеивание и унос ветрами, они непрерывно днём и ночью поступают в атмосферу, создавая иногда весьма высокие концентрации. Газы-газы с высокой прозрачностью в видимом диапазоне и высоким поглощением в дальнем инфракрасном диапазоне. Присутствие таких газов в атмосферах планет приводит к появлению парникового эффекта. Основными парниковыми газами, в порядке их оцениваемого воздействия на тепловой баланс Земли, являются водяной пар, углекислый газ, метан, озон, сульфурфторид, галогеноуглероды,

оксиды азота и фторсодержащие газы. Водяной пар — основной естественный парниковый газ, ответственный более, чем за 60 % эффекта. Прямое антропогенное воздействие на этот источник незначительно. В то же время, увеличение температуры Земли, вызванное другими факторами, увеличивает испарение и общую концентрацию водяного пара в атмосфере при практически постоянной относительной влажности, что, в свою очередь, повышает парниковый эффект. Источниками углекислого газа в атмосфере Земли являются вулканические выбросы, жизнедеятельность организмов, деятельность человека. Антропогенными источниками является сжигание ископаемого топлива, сжигание биомассы (в т. ч. сведение лесов), некоторые промышленные процессы (например производство цемента). Основными потребителями углекислого газа являются растения. В норме биоценоз поглощает приблизительно столько же углекислого газа, сколько и производит. Парниковая активность метана примерно в 21 раз выше чем у углекислого газа. Время жизни метана в атмосфере составляет примерно 12 лет. Сравнительно короткое время жизни в сочетании с большим парниковым потенциалом делает его кандидатом для смягчения последствий глобального потепления в ближайшей перспективе. Анализ пузырьков воздуха в льдах свидетельствует о том, что сейчас в атмосфере Земли больше метана, чем в любое время за последние 400000 лет. Различают тропосферный и стратосферный озон. Первый является парниковым газом, вклад которого в парниковый эффект атмосферы, по наиболее широко распространенным научным оценкам, составляет около 25% от вклада  $\text{CO}_2$ . Второй является важной составляющей некоторых слоев стратосферы, известных как озоновый слой и защищает Землю от ультрафиолетового излучения солнца, его вклад в парниковый эффект оценивается как близкий к нулю. Увеличение концентрации озона вблизи поверхности имеет сильное негативное воздействие на растительность, повреждая листья и угнетая их фотосинтетический потенциал.

Важно понимать, что парниковый эффект на Земле был всегда. Без парникового эффекта, обусловленного наличием углекислого газа в атмосфере, океаны давно бы замерзли, и высшие формы жизни не появились бы. Парниковый эффект имеет место не только на Земле. В действительности самый сильный парниковый эффект, о котором мы знаем, — на соседней планете, Венере. Атмосфера Венеры почти целиком состоит из углекислого газа, и в результате поверхность планеты разогрета до  $475^\circ\text{C}$ . Количественно величина парникового эффекта определяется как разница между средней приповерхностной температурой атмосферы пла-

неты и её эффективной температурой. Парниковый эффект существенен для планет с плотными атмосферами, содержащими газы, поглощающие излучение в инфракрасной области спектра, и пропорционален плотности атмосферы. Следствием парникового эффекта является также сглаживание температурных контрастов как между полярными и экваториальными зонами планеты, так и между дневными и ночными температурами. Идея о механизме парникового эффекта была впервые изложена в 1827 году Жозефом Фурье в статье «Записка о температурах земного шара и других планет», в которой он рассматривал различные механизмы формирования климата Земли, при этом он рассматривал как факторы, влияющие на общий тепловой баланс Земли (нагрев солнечным излучением, охлаждение за счёт лучеиспускания, внутреннее тепло Земли), так и факторы, влияющие на теплоперенос и температуры климатических поясов (теплопроводность, атмосферная и океаническая циркуляция). Основным парниковым газом считают диоксид углерода - углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), и доля его «вклада» в парниковый эффект составляет не менее половины. Ежегодное накопление  $\text{CO}_2$  в атмосфере составляет 0,4%. Каждый год в атмосферу поступает 6 млрд. т углекислого газа, из них 3 млрд т поглощаются растительностью в процессах фотосинтеза, оставшиеся 3 млрд т накапливаются. Общая сумма накоплений за прошедшие 100 лет составила около 170 млрд. т. Приведенные величины следует рассматривать в сопоставлении со 190 млрд. т углекислого газа, которые ежегодно циркулируют в атмосфере, поступая в неё и расходуясь вследствие естественных процессов. Существуют разные гипотезы о причинах накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере: углекислый газ накапливается в атмосфере как продукт сжигания органического топлива. Основной причиной роста содержания  $\text{CO}_2$  - нарушение функций микробных сообществ в почвах Сибири и Северной Америки. Независимо от выбора гипотезы, накопление диоксида углерода происходит в увеличивающихся масштабах. Большое воздействие на климат оказывают такие парниковые газы как метан, оксиды азота и водяной пар. Метан попадает в атмосферу в результате утечек при его производстве и сбыте. Содержание метана в атмосфере возрастает на 1% в год. За прошедшие 100 лет рост составил 145%. Оксиды азота накапливаются в атмосфере за год в пределах 0,2%, а общее накопление составляет около 15%. Увеличение содержания метана и оксидов азота обуславливается сельскохозяйственной деятельностью и массовым сведением лесов.

Для некоторых городов, районов и отдельных заводов наибольшее значение в загрязне-

нии атмосферного воздуха имеют не отопительные системы, а промышленные выбросы. В этих случаях прибегают к строительству очистных сооружений с применением разных методов очистки (механических, химических, электрических, комплексных) [5]. Степень получаемой очистки весьма различна, она зависит как от физико-химической характеристики загрязнителей, так и от эффективности применяемых методов и аппаратов. Есть методы грубой очистки, в результате которой достигается эффект от 70 до 85 % средней очистки – до 95-98 % и тонкой – выше 99 %. Не останавливаясь на описании устройства очистной аппаратуры, отметим, что очистка промышленных выбросов не только предохраняет воздух от загрязнения, но также экономит сырьё и даёт дополнительную прибыль предприятиям. Улавливание и возврат (рекуперация) ценных продуктов из дымовых выбросов имеют не только санитарное, но и важное народнохозяйственное значение. Например, улавливание серы отходящих газов Магнитогорского комбината обеспечивает санитарную очистку и одновременно даёт возможность получить многие тысячи тонн серной кислоты в год по дешёвой цене. Улавливание цемента уже позволило отказаться от сооружения нескольких заводов. Один алюминиевый завод, установивший фильтры на своих трубах, теперь улавливает 98 % ранее терявшегося фтора и получает на этом сотни тысяч рублей прибыли ежегодно. И все же ограничиваться одними очистными сооружениями нельзя. Наиболее перспективный путь решения проблемы чистого воздуха – это совершенствование технологии производства в направлении уменьшения выбросов в атмосферу и максимального использования отходов. Дешевле и проще найти способы ликвидации возможности образования выбросов, чем строить очистные сооружения. Например, очищать в час сотни тысяч кубометров воздуха, заражённого примесями свинца или ртути, очень трудно и очень дорого. Но организовать технологический процесс рафинировки свинца так, чтобы устранить свободный вынос в атмосферу паров и аэрозолей с поверхности огромных

ванн расплавленного металла, а следовательно, и загрязнения свинцом гигантских воздушных потоков и окружающей территории, вполне возможно.

Не стоит думать, что перестройка технологии производства – дело отдалённого будущего. Многие можно сделать немедленно, если внимательно проанализировать работу существующих предприятий и поднять культуру их производства. Например, асбестовая фабрика выбрасывала ежегодно в воздух много асбестовой пыли, а это вещество канцерогенно. После монтажа новых фильтров и введения рециркуляции вентиляционных воздушных потоков стало возможным улавливать сто тонн асбеста в час и экономить огромное количество тепла. Таким образом, ранее убыточные методы очистки благодаря модернизации стали давать в год 1 млн. руб. чистой прибыли и в результате перестала загрязняться атмосфера.

#### Литература:

1. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: угроза безопасности, условия стабильности и гарантии развития. –Т.: Узбекистан, 1997.
2. Бекназаров У., Новиков Ю.В. Охрана природы. –Т.: Укитувчи, 1995.
3. Гирусов Э.В. и др. Экология и экономика природопользования; Учебник для вузов/ под ред.проф. Э.В.Гирусова; Предисловие д-ра экономических наук председателя Госкомэкологии РФ В.И.Данилова -Данильяна. –М.: ЮНИТИ, 2000.
4. Мусаев Ш. М., Саттаров А. Умягчение состав воды с помощью реагентов //Me' morchilik va qurilish muammolari. – 2019. – С. 23.
5. Кутлимуродов У.М. Загрязнение атмосферы вредными веществами и мероприятия их сокращение // II–Международной научно-практической конференция. Экологические проблемы: вчера, сегодня, завтра. Грозный. 31ноября 2019.- 251- 253 с.
6. Миланова Е.В., Ребчиков А.М. Использование природных ресурсов и охрана природы. Учебное пособие для ВУЗов. –М.: Высшая школа, 1991.
7. «О состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов Республики Узбекистан» (нац.доклад). –Т.: Укитувчи, 1993.
8. Рахимбеков Р.И. Отечественная экологическая. Школа: история её формирования и развития. –Т.: 1995.

УДК. 697.2

#### ZAMONAVIY ISITISH USKUNALARINING ASOSIY XUSUSIYATLARI

Saydullayev S., – katta o'qituvchi; Ulugbekov B., assistent - Jizzax Politehnika instituti

Ushbu ilmiy maqolada zamonaviy isitish uskunalarining issiqlik uzatishdagi asosiy xususiyati keltirib otilgan. Bunda binoning issiqlik yo'qotilishini minimallashtirish uchun isitish moslamalarida termostatik klapaning xususiyati keltirilgan.

**Kalit so'zi:** issiqlik yo'qotilishi, isitish uskunasi, isitish tizimi, termostatik klapan, issiqlik energiyasini tejash.

#### Основные черты современного отопительного оборудования.

В данной исследовательской работе освещены основные особенности современных нагревательных приборов в теплообмене. Особенность термостатического клапана на нагревательных приборах для минимизации тепловых потерь в здании.

**Ключевые слова:** тепловые потери, отопительное оборудование, отопительная система, термостатические клапаны, экономия тепловой энергии.

**The main features of modern heating equipment.**

This research paper highlights the main features of modern heating devices in heat transfer. A feature of the thermostatic valve on heating devices to minimize heat loss in the building.

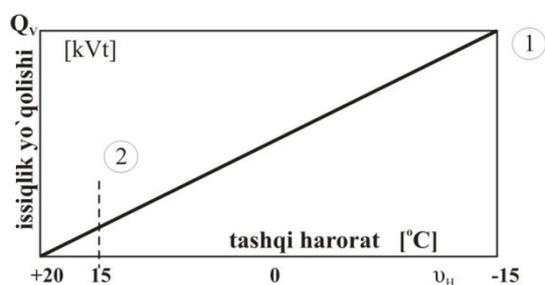
**Key words:** heat losses, heating equipment, heating system, thermostatic valves, heat energy saving.

**Kirish:** Isitish uchun asosiy qonun - bino tomonidan yo'qolgan issiqlik miqdori isitish tizimidan olingan issiqlikning teng miqdori bilan qoplanishi kerakligi haqidagi tasdiqdir. Ushbu xolat qanchalik aniq ko'rinmasin, masalalar har tomonlama texnik yondoshishni va iqtisodiy va iqtisodiy nuqtai nazardan keng qarashni talab qiladi.

**Asosiy qism:** Printsipial jihatdan, binoning issiqlik yo'qotilishini minimallashtirish kerak. Tabiiy chegara shinamlik va qulaylik ehtiyojlari qoniqarsiz qoladigan joylarda qo'llaniladi. Amaliyot asoslari shuni ko'rsatadiki, bitta xonadonli uyning issiqlik yo'qolishi faqat optimal dizayni va qurilishi tufayli  $80 \text{ Vt/m}^2$  atrofida saqlanishi kerak. Shunday qilib, yiliga issiqlik yo'qotishlari, iste'mol qilingan suyuq yoki gazli yonilg'i miqdori taxminan  $13 \text{ m}^3/\text{m}^2$  yoki yashash maydoni  $150 \text{ m}^2$  bo'lgan maydonga  $1950 \text{ m}^3$  miqdoriga to'g'ri keladi. Issiqlik energiyasini ishlab chiqaradigan moslama ishlab chiqishi kerak bo'lgan issiqlik miqdori, albatta, ko'rsatilgan qiymatdan oshadi, chunki issiqlik energiyasini ishlab chiqarish va tarqatish ham yo'qotishlarga bog'liq.

**Isitish texnologiyasining asosiy printsiplari**

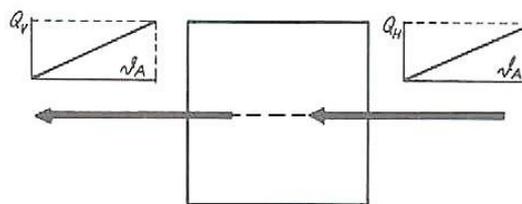
Binoning issiqlik yo'qolishi - bu bino konvertidan issiqlik oqimining yig'indisi (issiqlik uzatish yo'qotilishi) va strukturaning siqilmasligi (infiltratsiyaning yo'qolishi) tufayli havo infiltratsiyasi natijasida yo'qotishlar. Ikkala qiymat ham DIN 4701, issiqlik talabini hisoblash asosida hisoblash yo'li bilan aniqlanishi mumkin. Issiqlik yo'qotishining kattaligi asosan xona harorati va atrof-muhit harorati o'rtasidagi farq bilan belgilanadi. Umumiy holda xonadagi harorat yil davomida doimiy saqlanib turishi sababli, tashqi atrof-muhit harorati hal qiluvchi ahamiyatga ega (1-rasm).



1-rasm. Binolarning doimiy haroratida va atrof-muhitning o'zgaruvchan haroratida issiqlik yo'qotilishi.

Agar biz qaramlikning tabiatini (1-rasm) fundamental qaramlikka o'tkazsak, isitish uchun issiqlik ta'minoti issiqlik yo'qotilishi bilan bir xil xarak-

teristikaga ko'ra sodir bo'lishi aniq bo'ladi (2-rasm).



2-rasm. Issiqlik yo'qotish QV va issiqlik ta'minlash QH bilan ta'minlanishi kerak bo'lgan issiqlik xarakteristikasi.

Shunday qilib, isitish texnologiyasining asosiy tamoyillarini shakllantirish mumkin:

a) Issiqlik generatori o'zgaruvchan issiqlik yo'qotilishini etarli darajada qoplashga qodir bo'lishi kerak.

b) Issiqlik generatori tomonidan ishlab chiqarilgan issiqlik miqdori yashash joylariga o'tkazilishi kerak.

1 - maksimal issiqlik yo'qotilishi. DIN 4701 bo'yicha hisoblash yo'li bilan aniqlanadi.

2 - isitish davri boshlanishining o'rtacha momenti. Yuqori haroratlarda yuzaga keladigan issiqlik yo'qotishlari quyosh nurlari, odamlar tomonidan ishlab chiqarilgan issiqlik va boshqalar bilan qoplanadi.

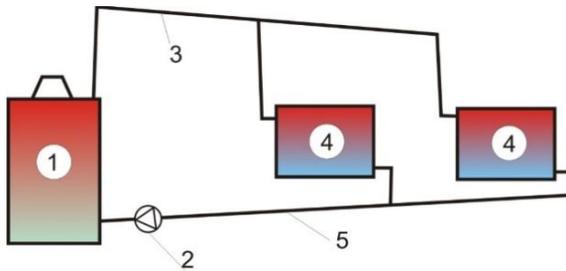
Berilgan talab ikki yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin:

Issiqlik generatori issiqlik yo'qotishining joriy qiymatiga muvofiq 2-rasmga ko'ra issiqlik ishlab chiqarish hajmini o'zgartiradi. Minimaldan maksimalgacha bo'lgan barcha yuk oralig'ida doimiy ishlaydi. Ushbu "modulyatsiyalangan" ish rejimi eng qulay variantdir, ammo afsuski, bu hech bo'lmaganda quvvatni kamaytirish sohasida katta texnik qiyinchiliklarga olib keladi. Shunday qilib, ish harorati  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  dan (eng sovuq kun)  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  bo'lgan xonalarda talab qilingan haroratda boshqarish maydoni  $\frac{20-15}{20-(-15)} = \frac{5}{35} = \frac{1}{7}$  ga teng.

Bunday keng ish maydoni uchun yondirgich va chiqindi (egzoz) gazlarni chiqarib tashlash tizimiga juda yuqori talablarni qo'yadi. Shu sababli, kam quvvat sohasidagi modulyatsiya qilingan ish deyarli ma'nosizdir.

Issiqlik generatori binoning maksimal issiqlik yo'qotishlariga mos keladigan doimiy issiqlik yuki bilan ishlaydi. O'zgaruvchan issiqlik yo'qotishlarini muvofiqlashtirishda yondirgichning (gorelka) ishlash vaqtini nazorat qilish orqali amalga oshiriladi. Ushbu ish tartibi "oraliq"

(davriy) deb nomlanadi. Masalan, agar binoning issiqlik yo'qotilishi  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  darajasida  $20\text{ kVt}$  bo'lsa, kun davomida u  $20\text{ kVt} \cdot 24\text{ soat}=480\text{ kVt}\cdot\text{s}$  issiqlik energiyasini yo'qotadi.  $20\text{ kVt}$  quvvatga ega qozon o'chog'i bu issiqlik yo'qotishlarini qoplash uchun  $480\text{ kVt} / \text{soat} / 20\text{ kVt} = 24\text{ soat}$  ishlashi kerak edi. Agar binoning issiqlik yo'qolishi ikki baravarga, ya'ni  $240\text{ kVt}/\text{soatgacha}$  pasaysa, yondirgichning ishlash muddati ham ikki baravar kamayadi, ya'ni  $\frac{240\text{ kVt}}{20\text{ kVt}} = 12\text{ soatgacha}$ . Bunday boshqaruv tizimlari yoqish yoki chiqindi gazni chiqarish tizimiga alohida talablar qo'ymayotganligi sababli, amalda bunday tizimlar deyarli mavjud. Oddiy davriy ish tartibi, shubhasiz, qozondan yuqori issiqlik yo'qotishlariga olib keladi, chunki yuqorida keltirilgan misoldan, kuniga 12 soatlik yoqilg'i ishlashi bilan, qolgan 12 soat ichida qozon quvvatidan foydalanilmaydi, ammo qozon ish haroratida saqlanishi kerak. issiqlik yo'qolishiga nima sabab bo'ladi. Aynan shu narsa batafsil ko'rib chiqishga loyiq bo'lgan "past haroratli isitish moslamalari" haqida gapirishga arziydi. Ikkinchi talab amalda shunday bajariladi, qozonda isitiladigan suv binolarga o'rnatilgan isitish moslamalariga yuboriladi, u erda kerakli miqdordagi issiqlikni beradi va keyin yana qozonga qaytadi (3-rasm).

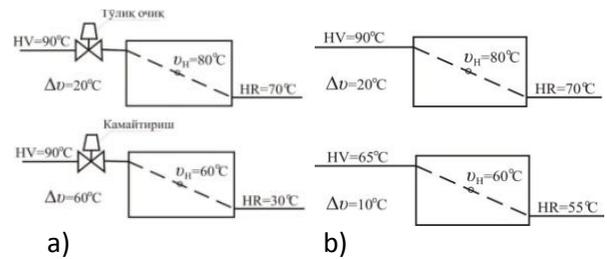


3-rasm. Markaziy isitish tizimining sxematik ko'rinishi. 1-issiqlik generatori. 2-isitish tizimida sirkulyatsiya nasosi. 3-ta'minot issiqlik uzatuvchi oqim. 4-issiqlik uzatish yuzalari (radiatorlar). 5- qaytuvchi oqimi. 1...5 ketma-ketligi ham isitish xolat deb ataladi.

Agar suv oqimi isitish moslamalariga doimiy harorat va oqim tezligida kelsa, u holda berilgan issiqlik chiqishi ham doimiy bo'lib qoladi. Issiqlik chiqishini o'zgartirishning ikki yo'li mavjud:

a) Isitish yuzalarining maydonidagi o'zgarishlar. Ilgari ushbu usul ko'pincha isitish moslamalarining ba'zi bo'limlarini o'chirib yoqish orqali amalga oshirilgan. Bu ishlash aniq issiqlik yo'qolishi bilan birga noto'g'ri tartibga solish tufayli juda qoniqarsiz va birlashtirilgan ish rejimini ta'minlaydi.

b) Isitish yuzalarining harorati o'zgaradi. Doimiy uzatiluvchi haroratida oqimni nazorati orqali erishiladi. Isitgichda kamroq suv soviydi va isitish yuzasining o'rtacha harorati pasayadi (4-rasm, a).



4-rasm. Issiqlik yuzasining o'rtacha haroratini  $v_H$  o'zgartirib issiqlik uzatishni tartibga solish. a) Suv oqimini nazorati orqali,  $v_H$  ning o'zgarishi.

$HV$  –uzatuvchi oqim (3-rasmga ham qarang).  $Q_v$

$HR$  –qaytuvchi oqimi.

$v_H = (HV + HR) / 2$ , misol uchun,  $v_H = (90 + 70) / 2 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Delta D =$  issiqlik uzatish va qaytishdagi harorat farqi= $HV-HR$ , masalan  $90-70=20\text{K}$ .

b) Ta'minot harorati o'zgarishi sababli  $\Delta H$  o'zgarishi.

Masalan, isitish moslamalarida termostatik klapanlar mavjud. Ushbu klapanlar printsipl jihatdan, issiqlik uzatishni o'rtacha harorati oralig'ida nisbatan aniq tartibga solish mumkin. Biroq, bir qator boshqa sezilarli kamchiliklar bilan bir qatorda, isitish moslamasida katta harorat bosimining paydo bo'lishiga olib keladi (masalan, 4a-rasmda  $90\text{ }^{\circ}\text{C}-30\text{ }^{\circ}\text{C}=60\text{ K}$ ), keyinchalik qulaylik hissi yo'qolishiga olib keladi.

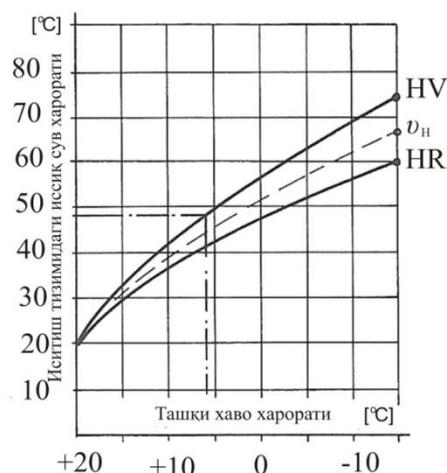
Iloji bo'lsa, oqimni siqib qo'ymaslik va uning haroratini o'zgartirish yaxshiroq (4b-rasm). 4a-rasm bilan taqqoslaganda shunisi aniq boldiki, isitish yuzalarining bir xil o'rtacha haroratida ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ )  $65-55=10\text{ K}$  ga teng harorat farqi ancha past bo'ladi va bu ichki iqlimning yanada qulay hissi tufayli sezilarli bo'ladi. Biroq, radiatorlarda termostatik klapanlar qo'shimcha ravishda tashqi haroratdan (masalan, odamlar va jihozlardan) kelib chiqadigan issiqlik ta'sirini qoplash uchun ta'minlanishi kerak. Har qanday tashqi havo harorati uchun fizik-matematik munosabatlarga asoslanib, ta'minot liniyasida kerakli haroratni aniqlash mumkin. Tegishli funktsiyaning grafik ko'rinishi isitish egriligi deb nomlanadi. 5-rasmda odatdagi radiator isitish egrisi ko'rsatilgan.

O'zgaruvchan, "toymasin" besleme harorati bo'lgan ish rejimi hozirgi vaqtda isitish texnologiyasining ikkinchi tamoyilining maqbul amalga oshirilishidir.

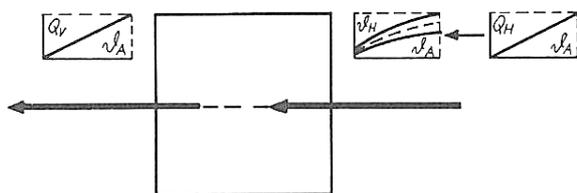
### Past haroratli qozondan foydalanganda energiya tejash.

Qozonning termal ishini baholash mezonini sifatida ko'pincha bacadan chiqadigan issiqlik miqdorini tavsiflovchi tutun gazlari bilan yo'qotishlar miqdori qo'llaniladi.

Energiyani tejash to'g'risidagi qonun doirasida ushbu yo'qotishlar ma'lum bir ruxsat etilgan qiymat bilan cheklangan. Tekshirish vakolatli tuman bacasi supurish orqali amalga oshiriladi.



5-rasm. Tashqi haroratga qarab (isitish egriligi) isitish davrining zaruriy harorati. Shtrix egri chizig'i isitish davrining o'rtacha qiymatini anglatadi.



6-rasm. Issiqlikni yo'qotish, issiqlik hosil qilish va issiqlik uzatish xususiyatlari.

Qozonni to'liq baholash uchun faqat tutun gazlari bilan yo'qotish miqdori etarli emas. Qoida tariqasida qozon sovutishining yo'qolishi ancha muhimdir. Ushbu yo'qotishlar qozonning dizayniga, issiqlik izolyatsiyasining sifatiga va birinchi navbatda qozon suvining ish haroratiga bog'liq. Shunday qilib, masalan, 80 °C dan 48 °C gacha pasayishi bilan qozon sovutish yo'qotilishi deyarli 3 baravar kamayadi.

Barcha munosabatlar yillik operatsion samaradorlik deb nomlangan hisob-kitoblar bilan qoplanishi mumkin, ammo aniq hisoblash ba'zi mehnat xarajatlari bilan bog'liq.

Zamonaviy isitish tizimi quyidagi tarkibiy qismlardan iborat bo'ladi.

a) maksimal oqim harorati uchun isitish tizimiga issiqlik uzatish 75 °C.

b) ob-havoga bog'liq bo'lgan past haroratli yoki ultra past haroratli qozon va issiq suv ta'minoti ehtiyojlari uchun yaxlit suv isitish tizimi.

v) xonadagi issiqlik manbalarining ta'sirini istisno qilish uchun isitish moslamalarida termostatik klapanlar.

g) qo'shimcha energiya manbalarini, masalan, qattiq yoqilg'ini qo'shimcha yoki kombinatsiyalangan rejimda qo'shimcha foydalanish imkoniyatini ta'minlash bo'yicha texnik va qurilish chorolari.

Ishonchli va iqtisodiy energiya ta'minoti nuqtai nazaridan oxirgi nuqta alohida ahamiyatga ega. Shubhasiz, bozor iqtisodiyoti qonunlariga muvofiq narx belgilash va bazaviy narxga hech qanday yuk bo'lmagan sababli, tashish uchun quvurlar tizimini talab qilmaydigan energiya manbalari kelajakda alohida ahamiyatga ega bo'ladi.

#### Adabiyotlar:

1. Ткачук А. Я., Зайченко Е. С. Методические указания по проектированию систем отопления. К.: КНУБА, 2000 г.

2. Гершкович В. Ф. Альбом рекомендаций по применению современного эффективного оборудования в системах отопления и горячего водоснабжения зданий при централизованном теплоснабжении К.:КиевЗНИИЭП, 2003.

3. Тошматов Н.У., Сайдуллаев С.Р. «О методах определения потери и подсосов воздуха в вентиляционных сетях», - Международный научный журнал. «Молодой ученый» 2016 г. № 7(111). стр.72-75.

4. Мансурова Ш.П. Особенности влажного воздуха при обработке сорбентами // сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». - 2020. - 82-85

5. Каталог продукции корпорации «Колви», 2006. Альбомы. Колви-Термона.

6. Каталог продукции фирмы «Герц-Арматурен», 2007. Рекомендации. Схемные решения. Внутри домовая котельная.

7. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. -М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986-48 с.

8. А. Н. Сканави, Л. М. Махов «Отопление», МГСУ, Москва, 2006.

УДК. 621.18

## ЭСКИ ТУРДАГИ ҚОЗОНХОНА ЎЧОҚЛАРИДА ЁҚИЛГИ САРФИНИ ТАХЛИЛ ҚИЛИШ

**Сатторов Акбарали Баходирович.,** ассистент  
**Сайдуллаев Сирожиддин Рахматуллаевич.,** катта ўқитувчи;  
 Жиззах политехника институти

Ушбу мақолада эски тизимдаги қозонхоналарда ёқилги сарфини тахлил қилиш орқали истеъмолчиларда ёқилги энергиясининг сарфланиши кўриб чиқилган. Ҳисоблаш ишлари босқичларида рентабелликни тўғридан-тўғри ҳисоблаб чиқиш, яъни сарф-харажатларда ёқилги энергия сарфини ҳисоби аниқлаб олинган.

**Калит сўзлари:** Қозонхона, рентабеллик, ўчок, ёқилги, иссиқлик йўқотишлар, иситиш тизими.

#### Анализ расхода топлива в топках котлов старого типа.

В данной статье рассматривается расход топливной энергии у потребителей путем анализа расхода топлива в котельных старой системы. На этапах бухгалтерской работы производился прямой расчет рентабельности, то есть расчет энергопотребления в расходах.

**Ключевые слова:** котельная, экономичность, топка, горелка, тепловые потери, система отопления.

**Analysis of fuel consumption in the furnaces of boilers of the old type.**

This article discusses the consumption of fuel energy from consumers by analyzing in the boiler rooms of the old system. At the stages of accounting work, a direct calculation of profitability was made, that is, the calculation of energy consumption in expenses.

**Keywords:** boiler room, efficiency, furnace, burner, heat losses, heating system.

**Кириш:** Хозирги кунда аҳоли яшаш биноларининг иситиш тизимини янгилаш ҳақида ўйлашганда, кўпинча рентабелликни таҳлил қилишда ҳал қилувчи мезон ҳисобланади. Ушбу мақолада ёқилғи сарфини ҳисобга олган ҳолда ва нисбатан содда ҳисоблаш усуллари-дан фойдаланган ҳолда эски тизимнинг ҳолатини ўрганиш, ўрнатишни янгилашда зарур инвестиция харажатларини, шунингдек, мумкин бўлган тежашни қандай аниқлаш мумкинлигини билишимиз мумкин.

**Асосий қисм:** Шу сабабли ҳар бир муаммони кўриб чиқаётганда рол ўйнаши мумкин бўлган бошқа кўплаб сабаблар ҳақида ҳам ўйлаш лозим. Шу билан бирга, фақат битта нарса аниқ: иситиш тизимини яқин орада модернизация қилишда, **рентабеллик** ҳар доим ҳал қилувчи мезон сифатида оқланиши керак. Бошқача қилиб айтганда: биринчи навбатда, эски тизимни модернизация қилиш учун қандай харажатлар талаб этилиши, шунингдек, харажатларни тежаш билан боғлиқ масалаларни кўриш керак. Шунинг учун, иситиш технологияси соҳасидаги мутахассис сифатида олдинги тизимнинг ҳолатини баҳолаш вазифаси, кейин эса ҳар қандай замонавий иситиш тизимининг ишлаш кўрсаткичлари билан таққослаш - энергия харажатларида мумкин бўлган тежашни ҳисоблаш лозим.

Кейинги ҳисоблаш босқичларида рентабелликни тўғридан-тўғри ҳисоблаб чиқиш зарур, яъни сарф-харажатлар энергия сарфини тежаш ҳисобига асосланадиган вақтни аниқлаб олинади.

**Эски тизимни баҳолаш.** Ёқилғи газларни ишлатиш орқали ҳар йили сув иситиш мосламасининг ҳолати тўғрисида тўлиқ хулосага келишга имкон бермаслиги мумкин. Агарда ёқилғи газларни ишлатиш орқали чиқинди газлар учун қозоннинг йўқотилиши мақбул чегараларда эканлиги тўғрисида сертификат берилган бўлса ҳам, мосламанинг ўрнатилиши орқали фойдаланиш даражаси жуда паст бўлиши мумкин. Истеъмолчинини энергия тежаш ҳақида хабардор қилишдан олдин, мавжуд ўрнатишнинг ҳақиқий ҳолати тўғрисида иложи борича аниқроқ маълумотни шакллантириш керак.

**Газнинг буғланиш жараёнидаги йўқотилиши.** Эгзоз газларидаги йўқотишлар деганда биз ёқилғи ёқилганда қувур орқали беҳуда сарфланадиган иссиқлик энергиясини назарда тутамиз. Ушбу қиймат ҳар йили иссиқлик сарфи ҳисоби билан ўлчанади ва иссиқлик энер-

гиясига ёки шунга мос равишда номинал қувватга нисбатан фойза сифатида кўрсатилади. Қоида тариқасида шуни айтиш лозимки, ҳар бир истеъмолчида сарфнинг маълум бир охириги ўлчаш маълумотида эга, шунинг учун керакли бўлган маълумотларни олиш мумкин. Хужжатга мувофиқ қувватдаги газ йўқотилиши  $q_A$  куйидагича ҳисобланади:

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) * \left( \frac{A_1}{CO_2} + B \right)$$

Бу ерда:  $\vartheta_A$  - чиқинди газларнинг ҳарорати °C да ўлчанади

$\vartheta_L$  - ўчоқ ёнидаги ҳаво ҳарорати °C да

$CO_2$  - чиқинди газ таркибидаги  $CO_2$  таркибидаги улуши, %

$A_1$  - ёқилғи доимийси

$B$  - ёқилғи доимийси

Ёқилғи доимийлари

1-жадвал

	Енгил қозонхона ёқилғиси	Табиий газ	Сунъий газ	Суюлтирилган газ
$A_1$	0.50	0.37	0.35	0.42
$A_2$	0.68	0.66	0.63	0.63
$B$	0.007	0.009	0.011	0.008

**Вазиятни ўрганиш.** Ёқилғи ёнганда олинган ўлчов натижалари:

$CO_2$  нинг миқдори = 10%

Чиқинди газларининг ҳарорати  $\vartheta_A = 245$  °C

Горелка ёнидаги ҳаво ҳарорати  $\vartheta_L = 20$  °C

**Радиация йўқолиши.** Бундай ҳолатда, биз қозоннинг иссиқлик ўтказувчанлиги, радиация ва конвекция туфайли ташқи юзаси орқали иссиқлик йўқотишлари ҳақида ўрганамиз. Иссиқлик йўқолишининг олдини олишда асосан иссиқлик қозонининг иссиқлик изоляцияси сифати ва унинг иш ҳарорати билан белгиланади. Аниқ қийматларни фақат синов вақтида олиш мумкин. Қозоннинг радиация йўқолиши  $q_s$  куйидаги формула билан аниқлаб оламиз.

$$q_s = q_B * 1.5 * 100\%$$

**Тайёрлик олиб боришдаги йўқотишлар.**

Тайёрликдаги йўқотиш ташқи радиация, шунингдек иссиқлик генераторини совутиш натижасида юзага келадиган ички йўқотишлардан келиб чиқади, бу тизимга фойдали иссиқликни бермайди.

Шунинг учун  $q_B$  қиймати иш ҳароратини таъминлаш учун зарур бўлган энергия сарфини ўз ичига олади. Унинг қийматини, шу жумладан мавжуд қурилмаларда, нисбатан оддий тадқиқотлар орқали аниқлаш мумкин.

Бунинг учун қозон камида 24 соат ишлайдиган тизимдан тўлиқ узилиши керак, шунда

фойдали иссиқликни қайтарилиши тўхтатилади: клапанлар ва аралаштиргичлар ўчирилиши ва иситиш электрон насослари ўчирилган бўлиши керак. Синов бошланишида қозон одатдаги иш ҳароратига эга бўлиши керак; эски қозонларда бу 75 дан 90 °С.

Синовлар давомида олинган ёндиргичнинг ишлаш вақти  $t_L$  ёки мос келадиган ёқилги сарфи  $B_V$  ёрдамида ўлчанади.

$$q_B = \frac{t_L}{t_V} \text{ ёки } q_B = \frac{B_V}{B * t_V}$$

Бу ерда:  $t_L$  - бу синов вақтида соат ёки дақиқада ўлчанадиган горелканинг иш вақти;

$t_V$  - соат ёки дақиқаларда синов давомийлиги;

$B_V$  - синов даври учун литрда ёки мос равишда м<sup>3</sup> да ўлчанган ёқилги сарфи;

$B$  - номинал қувватда литр/соат ёки м<sup>3</sup>/соат ичида ёқилги сарфи.

#### Мисол:

Синов давомийлиги  $t_V = 24$  соат = 24 x 60 дақиқа = 1440 дақиқа.

Ёндиргич (горелка)нинг ишлаш вақти  $t_L = 52$  минут

$$q_B = \frac{t_L}{t_V} = 0.036 = 3.6\%$$

Қозоннинг самарадорлигини аниқлашда эски ўрнатилган қозоннинг ўртача йиллик фойдаланиш тезлигини тавсифлашдан олдин, қозоннинг самарадорлигини қисқача кўриб чиқишимиз керак. Иссиқ сув қозонининг самарадорлиги  $\eta_K$  деганда  $Q_K$  қозонининг самарали узатиладиган иссиқлик қувватининг (иссиқ сув қозонининг номинал қуввати)  $Q_F$  ўчоғининг қувватига нисбати тушунилади

$$\eta_K = \frac{Q_K}{Q_F}$$

Бу ерда:  $\eta_K$  - қозоннинг номинал қувватдаги самарадорлиги

$Q_K$  - қозоннинг номинал қуввати кВт.

$Q_F$  - ўчок қучи кВт.

Ўчок қуввати:

$$Q_F = B * H_U$$

$H_U$  - бу ёқилгининг ёнишдаги иссиқлик қуввати қиймати кВт/литр ёки шунга мос равишда кВт/м<sup>3</sup>

$\eta_K$  коэффициентини чиқинди газлар ва радиациялар орқали йўқотишлар миқдорини қуйидагича ҳисобланиши мумкин:

$\eta_K = 100 - q_A - q_S$  [%] ёки шунга мос равишда (ўнлик натижа билан):

$$\eta_K = 1 - \frac{q_A + q_S}{100}$$

#### Мисол:

Чиқинди газлари орқали йўқотишлар  $q_A = 11,5\%$

Радиацион йўқолиши  $q_S = 1,7\%$

Қозоннинг самарадорлиги  $\eta_K = 100 - 11,5 - 1,7 = 86,8\%$

**Қозоннинг ўртача йиллик фойдаланиш даражаси.** Фойдаланиш тезлиги, шунингдек, самарадорлик, яъни фойдаланиш ва харажатлар ўртасидаги нисбат, албатта, фақат этарлича катта вақт оралиғида, қоида тариқасида - йил давомида фойдаланилиши мумкин.  $\eta_{ак}$  қозон билан жиҳозни ўртача йиллик фойдаланиш учун қуйидагилар амал қилади:

$$\eta_K = \frac{Q_{ак}}{B_a * H_u}$$

Бу ерда:  $B_a$  - йилик ўртача ёқилги истеъмоли литр/йилда, ёки шунга мос равишда м<sup>3</sup>/йил.

$Q_{ак}$  - қозон томонидан истеъмолчиларга узатилаётган барча иссиқлик миқдори кВт/с, масалан, иситиш, шамоллатиш, иссиқ сув ва бошқалар учун ўртача йиллик иссиқлик узатилиши.

$H_u$  - ёқилгининг иссиқлик қуввати коэффициенти.

**Эскирган иссиқлик ишлаб чиқариш қозонларининг ўртача йиллик фойдаланиш даражаси.** Чиқинди газлари, радиация ва техник хизматлар сабабли йўқотишлар учун юқорида тавсифланган иш параметрлари 70 °С дан 90 °С гача бўлган доимий юқори ҳароратда ишлайдиган қозонларнинг тахминий доимий қийматлари сифатида кўриб чиқилиши керак. Шундай қилиб, қозоннинг самарадорлиги доимий, статик қиймат сифатида кўриб чиқилиши керак. Бу ерда қозоннинг самарадорлиги, номинал қувват билан йил давомида иситиш учун етказиб берилиши ва тайёргарликни сақлаш учун қўшимча энергия сарфи йўқолиши аниқ бўлиши лозим. Қозоннинг самарадорлигини эса қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\eta_{ак} = \frac{Q_{ак}}{\frac{Q_{ак}}{\eta_k} + (b - b_{vk}) * q_B * Q_F}$$

$$\eta_{ак} = \frac{\eta_k}{\left(\frac{b}{b_{vk}} - 1\right) * q_B + 1}$$

$b$  - қозонни йиллик соати бўйича ўртача йиллик ишлаш давомийлиги;

индикатив қийматлар:

$b$  йилига 8760 соат иссиқ сув тайёрлаш учун.

$b$  йилига тахминан 6500 соат иссиқ сувсиз.

$b_{vk} - Q_{ак}$  ишининг ўртача йиллик давомийлиги учун номинал қувват билан ишлайдиган иссиқлик генераторининг ўртача йиллик ишлаши, йиллик соатига кўра тўлиқ фойдаланиш соатлари;

$$b_{vk} = \frac{Q_{ак}}{Q_K} \text{ соат/йил}$$

Мухандислик ҳисоблашларига мувофиқ, барча йўқотишлар натижасида ёқилги сарфини ҳисобга олган ҳолда, иситиш, шамоллатиш ва иссиқ сув таъминоти учун ўртача йиллик иссиқлик сарфини ҳисоблаш мумкин. Ўрнатишни янгилашда ҳисоб-китобларнинг мутлақо тескари кетма-кетлиги олинади.

Шу билан бирга, истеъмолчилар иложи борича, сўнги 5 йил ичида сарфланган ўртача йиллик ёқилғи сарфини аниқлашлари керак. Бундай ҳолда, маълум бир ёқилғи сарфида қозоннинг ўртача йиллик иш вақти ( $Q_{ак}$ ) да нима бўлганини ва ишлатилган ёқилғи сарфини ҳисоблашни бошлаш керак.

Бошланғич пойдевор сифатида биз катта оилавий уйни оламиз, бунинг учун биз қуйида келтирилган маълумотларни оламиз.

#### Хисоблаш учун маълумотлар:

Ўртача йиллик ёқилғи сарфи  $V_a \approx 006300$  литр/йил

Қозоннинг ишлаб чиқарилган йили 1975 йил  
Чиқинди газлари орқали йўқотишлар  $q_A = 12,6\%$

микдор  $q_B$  қозон  $q_B = 0.035$

Қозоннинг номинал иссиқлик ишлаб чиқиши  $Q_K = 35$  кВт

Қўшиш давомийлиги  $b = 8760$  соат / йил

Қозоннинг сув ҳарорати (доимий)  $T_K = 75^\circ\text{C}$

Ёқилғини ишлатишнинг ўртача йиллик давомийлигини ҳисоблашда биринчи қадам:

$$b_{aF} = \frac{V_A}{b} \text{ йил/соатда}$$

Мижозларга хизмат кўрсатиш учун ўлчов протоколи бўлмаган тақдирда ёқилғи сарфини қуйидагича ҳисоблаш керак:

$$V = \frac{Q_k}{(H_u * \eta_k)} \text{ [литр/соат; м}^3\text{/соат]}$$

Бу эрда  $\eta_k$  ни тахминан 0.85 дан 0.88 гача коэффициентда киритамиз. Суюқ ёқилғи ёки газли ёқилғининг керакли параметрларини ва босимини аниқлаш учун ишлатиладиган ёқилғининг стандарт ёниш сарфини аниқлаб олинади. Ушбу мисол учун қуйидаги натижалар олинади:

$$V = \frac{Q_k}{(H_u * \eta_k)} = \frac{35 \text{ кВт}}{(10 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{соат}}{\text{литр}} * 0,88)} = 4,0 \text{ литр/соат}$$

$$b_{aF} = \frac{V_A}{b} = \frac{6300 \text{ литр/йил}}{4 \text{ литр/йил}} = 1575 \text{ соат/йил}$$

Табиийки, ўчоқнинг бундай ўртача йиллик ишлаш вақти, шунингдек, тайёрликни йўқотиш билан бирга ўчоқнинг ишлаш вақтини ҳам ўз ичига олади. Бирок, тўлиқ фойдаланиш соатлари сонини ўз ичига олиши керак. Тўлиқ фойдаланиш соатлари қуйидагича ҳисобланади:

$$b_{vk} = \frac{b_{aF} - b * q_B}{1 - q_B} \text{ соат/йил}$$

Ўчоқнинг ишлаш вақти ва тўлиқ фойдаланиш соатлари ўртасидаги фарк бу вақт давомида қиздириш фақат иш ҳароратини сақлаб туриш учун ишлайди. Йиллик ўртача йўқотишлар  $V_{qB}$  учун ёқилғи сарфини оддийгина ҳисоблаш мумкин.

$$V_{qB} = (b_{aF} - b_{vk}) * V \text{ (литр/йил ёки м}^3\text{/йил)}$$

Фақат фойдали иссиқликни яратишда чиқинди газлардаги йиллик йўқотишлар учун ёқилғи сарфи:

$$V_{qA} = (V_a - V_{qB}) * \frac{V_A}{100} \text{ (литр/йил ёки м}^3\text{/йил)}$$

Радиацион йўқотилишини тенгламадан фойдаланиб, камида минимал ҳисоблаш мумкин

$$q_s = q_B * 1.5 * 100 \%$$

Энди қозоннинг ўртача йиллик фойдаланиш даражаси ёқилғи баланси орқали ҳисоблаб чиқилиши мумкин:

$$\eta_{ak} = \frac{V_a - V_{qB} - V_{qA} - Q_{qs}}{V_a}$$

Ишлаб чиқаришнинг ўртача йиллик микдорини ҳисоблаш анча кенгайтирилган, аммо барибир жуда қизик, чунки бу ҳолда баъзи турдаги йўқотишларни аниқлаш мумкин.

Ёқилғи баланси, унинг индивидуал йўқотишларни тақсимлаши битта нарсани аниқ белгилашга имкон берди: тайёрликни сақлаш учун йўқотишларга сарфланадиган энергия сарфи чиқинди газлар ва радиациявий йўқотишлар учун сарфланган энергия сарфидан кўп. Шу сабабли, тўғридан-тўғри нисбатан паст кучга эга бўлган қаттиқ ёқилғилар учун, тайёрликни сақлаб қолишдаги йўқотиш чиқинди газлар ва радиация йўқотишларига қараганда ўртача йиллик фойдаланиш даражасига таъсир қилади.

#### Адабиётлар:

1. Братенков В. Н. , Хаванов П. А. , Вэскер Л. Я. Теплоснабжение малых населенных пунктов. М. : Стройиздат, 1988, с. 223.
2. Гершкович В. Ф. Альбом рекомендаций по применению современного эффективного оборудования в системах отопления и горячего водоснабжения зданий при централизованном теплоснабжении К.:КиевЗНИИЭП, 2003.
3. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. -М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986-48 с.
4. Сканава А. Н., Махов Л. М. «Отопление», МГСУ, Москва, 2006.

## ОҚОВА СУВЛАРНИ ТОЗАЛАШДА БИОЛОГИК УСУЛЛАРДАН Фойдаланиш усуллари

Такабоев Кўчкор Ўролович, Жиззах политехника институти

В настоящей статье рассматривается очистка сточных вод различными способами, то есть, фильтрационные площади с биопленкой, азротенкой, метатенкой и способы очистки с помощью водных бассейнов с различной модификацией. Также рассмотрены пути ускорения процесса биологической очистки сточных вод.

This article discusses the various methods of waste water treatment, that is, bioplenkali, aerotenkali, metantenkali, filtration area and a variety of other modifikatsiyali the use of bodies of water purification methods will be considered. Ways to accelerate the process of wastewater biological treatment process.

Биологик тозалаш усуллари микроорга- низмлар ва сув ўсимликлари иштирокида аз- робли биокимёвий жараёнлар ёрдамида оқова сувларнинг таркиби органик минераллар билан ифлосланишини тозалашни ўз ичига олади. Табиий биологик тозалаш жараёни биологик ховузларда фильтрация майдонларида суғориш далаларида амалга оширилди. Оқова сувларни сунъий биологик тозалашда аэротенкали мах- сус иншоотлардан фойдаланилади. Чунки унга махсус майдонларда ёки метантенкаларда иш- лов берилади.

Сув ҳавзаларини ифлосланишдан мухофаза қилишда сув муҳитига кимёвий ва биологик ифлослагичларнинг асосий манбаларидан бири бўлган оқова сувларни тўғридан-тўғри таш- лашни чеклаш ҳамда уларни кейинчалик ҳам сув ҳавзаларига тушишига йўл қўймаслик бу- гунги куннинг энг муҳим экологик муоммоларидан бири ҳисобланади. Ҳозирги кунда бу масалага катта эътибор берилмоқда. Мавжуд сув ҳавзаларининг булғанишининг олдини олиш мақсадида бир қанча ишлар амалга оширилмоқда.

Аҳолидан ва ишлаб чиқаришдан чиқадиган оқова сувларни тозалаш ҳозирги даврда дол- зарб муаммолардан бири ҳисобланади. Илмий манбалар тахлили шуни кўрсатадики, оқова сувларни тозалашда биологик усуллардан фой- даланиш муҳим аҳамият касб этади.

Ишнинг мақсади: оқова сувларни биологик услубда тозалаш орқали сув ҳавзаларини иф- лослантиришдан сақлаш самарадорлигига эришиш.

Оқова сувларни биологик услубда тозалаш жараёнида кислородга боғлиқлигига кўра икки гуруҳга бўлинувчи бактериялар иштирок эта- ди: аэроблар ва анаэроблар. Анаэроб (ҳавосиз) тозалаш темир бетон идишларда амалга оши- рилади (метантенка, септика, икки қаватли чўкинди идиши). Бу жараёнда метан пайдо қилувчи бактериялар ёрдамида органик ифлос- лантирувчиларни ачитиш жараёни содир бўлади. Анаэроб тозалаш услубининг асосий камчилиги - бу биогаз (метан) ажралиб чиқишидир, натижада, нохуш ҳид пайдо бўлиб, санитария жихатидан ёмон ҳолатга ва ёнғин келтириб чиқариш хавфига олиб келади.

Бугунги кунда Жиззах шаҳрида янги барпо этилаётган оқова сувларни тозалаш станцияси лойихасида бунга катта эътибор берилган. Уш- бу лойиханинг биринчи босқичида бир кеча- кундузига 30 000 кубаметр оқова сувларни то- залаш амалга оширилади. Ушбу замонавий то- залаш иншоотларининг ишлаш принципи аэроб жараёндан фойдаланишга асосланган. Аэроб

тозалаш жараёни суғориш далаларида филь- трация майдонларида биологик ховузларда, ка- налларда, махсус сув ўсимликлари ўстирила- диган биомухандислик иншоотларида био- фильтрларда махсус идишларда - аэротенка- ларда амалга оширилади. Алоҳида қувур тизи- мини куриш учун биофильтрлар ёки аэротен- калар қулайдир. Бу тизимларда микроорга- низмларнинг ҳаётий ривожланиши тезлашиши содир бўлиши учун сунъий шароитлар ярати- лади. Бу тизимнинг ишлаш принципи нималар- дан иборат, бу нима билан бир-биридан фарқ қилишини батафсил кўриб чиқамиз: биологик қурималарнинг бир қанча турлари мавжуд; биологик фильтрлар (юпка бактериал плёнка) биологик ховузлар (оқова сувни тозалашда сув ҳавзасининг барча бирикмалари иштирок эта- ди) ва аэротенкалар (фаол чўкиндили фаол аэрацияли улкан темирбетон резервуарлар).

Биофильтрларда оқова сувлар юпка бакте- риал плёнка билан қопланган йирик донали материал қатлами орқали ўтказилади. Био- фильтрлардаги бу плёнка иш-ҳаракатнинг бошланишини ифодалайди, бунда биохимик оксидланиш жараёни тезлашади. Аэротенкалар асосан катта ўлчамдаги темирбетон резервуар- дир. Аэрацияга учраган оқова сувлар фаоллаш- тирилган чўкинди билан аралашган ҳолда аэ- ротенкалардан секинлик билан оқиб ўтади.

Тозаловчи бошланғич аэротенкалар бу - бактерия ва микроскопик организмлар билан фаоллаштирилган чўкиндидир. Фаоллаштирил- ган чўкинди таркибидаги микроорганизмлар- нинг фаол ривожланиши ва озуқа манбаи бўлиб хизмат қилишига тозалаш иншоотида таркибида кислород кўп бўлган ҳаво оқими ёрдамида келаётган органик моддалар билан ифлосланган оқова сувнинг хизмати катта. Бактериялар бир-бирига ёпишган ҳолда фер- ментлар ажрата бошлайди, бу органик ифлос- ланишни минераллаштиради. Чўкма тозаланган сувдан ажралган ҳолда бактериялар билан бир- га сув тубига тез чўкади. Бактерияларнинг озикланиши натижасида майда микроорга- низмлар (инфузория туфелька, амёба, коло- вратка) чўкма таркибидаги бактериялар масса- сининг камайишига олиб келади. Шуни таъкидлаш керакки, чўкинди оқова сув билан аралашгач, бир неча дақиқа ўтиб, оқова сув таркибидаги органик моддалар концентрацияси ярмидан кўпроқ қисмга камаяди. Умуман ол- ганда, сув таркибидаги органик моддалар хаж- ми аэротенка орқали ўтгач, 90% га камаяди. Табиий шароитларда оқова сувларни биологик услубда қўшимча тозалаш учун биологик хо- вузлар ва суғориш далалари ёки фильтрация

майдонларидан фойдаланилади. Биологик ховузлар бу - табиий сув хавзаларидаги каби, ўз-ўзидан тозаланиш жараёни кечадиган, сунъий равишда ерга қазилган махсус саёз хавузлардир. Улар 6°C даражадан паст бўлмаган ҳароратда ишлайди. Одатда, улар қияликларда қавланиб, 4-6 бўлимдан иборат бўлади. Ҳовузларнинг зинапоя шаклида жойлашиши юқоридаги сувнинг пастки ховузларга ўз-ўзидан оқиб тушишига сабаб бўлади.

Биологик ховузлар мавсумий ишлайдиган объектларда ўта оддий ва арзон, электр энергиясига уланмаган ҳолда оқова сувларни тозалаб беради. Қулай иқлим шароитида ва экология хавфсизлигига риоя қилган ҳолда биологик ховузларга оқова сувларнинг келиши реагентларсиз ҳам сувнинг сифати радикал равишда ошишига олиб келади. Аммоний ионлари миқдори анча камаяди, айниқса бу тизим учун бошланғич сувда аммоний ионларининг миқдори 3-4 мг/литргача бўлиши танқидий ҳисобланади. Бу аммоний ионларининг биологик нитрофикацияланиши ва оксидланиши натижасида нитритлар ва нитратларга ўтиш жараёни таъминлайди.

Дунёда Россияда биринчи бўлиб биологик ховузлардан фойдаланиш таклифи билан чиқишган, кейинчалик эса чорвачилик корхоналарида тозалаш иншоотлари қуришни тадбиқ этиш фаоллашди. Ҳозирги кунда биологик услубда оқова сувларни тозалаш қуйидаги давлатларда кенг тарқалган: АКШ, Канада, Австралия, Янги Зеландия, Швеция, Дания, Германия, Англия, Франция, Испания, Швейцария, Исроил, Ҳиндистон ва Россия.

Изланишлар шуни кўрсатадики, сув ўтлари оқова сувларга ўта кучли таъсирга эга бактерицид ва бактериостатик моддаларни (фитонцид каби) ажратиб чиқаради. Микро сув ўтлари табиий биоценозлар билан биргаликда сув ўтли ховузларда органик модданинг зарарсизланиши каби биокимёвий мураккаб жараёни амалга оширади. Аэроб шароитида оқова сувларнинг таркибида углерод бўлган органик моддалари углекислота сувда парчланади, таркибида азоти бўлган органик бирикмалар эса нитритларга оксидланади ва тезда микро ўсимликлар томонидан ўзлаштирилади. Сув таркибидаги нитритнинг концентрацияси нолгача камаяди. Айна шу катта кўрсаткич табиий шароитда оқова сувларни тозалаш санитария ва гигиена жиҳатидан таққосланганида сунъий биологик тозалаш иншоотларига қараганда устунлигини кўрсатади. Сунъий биологик тозалаш иншоотларининг чиқинди оқова суви таркибида кўп миқдорда азот нитрати бор, бу эса очиқ сув хавзалари ва ер ости сувларига катта хавф туғдиради.

Канцероген ва мутаген хусусиятларга эга хушбуй юқори сифатли углеводородларнинг

сон жихатдан камайиши кузатилмоқда (уларнинг сони 54 тадан 2 тага камайган, умумий концентрацияси эса 13 баробар камайган). Стероидлар ва феноллар гуруҳи ёрдамида тамоман йўқ қилишга (80%-90%) эришилади. Ишлаб чиқаришда пластификатор сифатида фойдаланиладиган мураккаб эфирлар, асосий фталатлар ва фосфатлар ўзининг юқори биологик устуворлиги билан сувдан сезиларли даражада йўқотилади. Ёғли кислоталар кўпгина микро-организмларнинг асосий озукаси бўлгани учун уларнинг сувдаги концентрацияси деярли ўзгармайди. Биологик ховузларда сув таркибидаги кўпгина синтетик органик моддаларни етарли миқдорда йўқотишга эришилмоқда. Уларнинг кўпчилиги сув хлорланганда хлорорганик моддалар ва бошқа захарли бирикмаларни ҳосил қилади. Аммоний азотни йўқотиш хлор миқдорининг камайишига олиб келади. Бу эса кейинчалик сувни тозалаш ишларини енгиллаштиради ва арзонлаштиради.

Табиий ёки сунъий аэрацияга мувофиқ, ховузлар тозалаш иншооти сифатида мустақил равишда фойдаланиш мумкин бўлган шароитда бир-бирдан фарқланади. Бу ҳолатда сунъий аэрацияли учун тозалаш станциясининг ишлаб чиқариш билан суткасига 15 минг м<sup>3</sup> дан, табиий аэрацияли ховузлар учун суткасига 5 минг м<sup>3</sup> дан ошмаслиги керак. Агар БПК оқовада кўрсаткич қиймати 200 мг/л кам бўлса табиий аэрация, кўрсаткич қиймати кўп бўлса сунъий аэрация қўлланилади. Табиий аэрацияли ховузларнинг ўтказиш қобилияти суткасига 10 000 м<sup>3</sup> дан ошади, сунъий аэрацияли ховузларнинг ўтказиш қобилияти чексиздир. Агар БПК ларда оқова сувнинг кўрсаткич қиймати 200 мг/л дан ошмаса, 5 зоналик биологик ховуз ишлатилади, агар БПК ларда кўрсаткич қиймати 250 мг/л гача бўлса, сунъий аэрацияли биологик ховуз ишлатилади. Олимларнинг фикрича, биологик ховузлар сунъий биологик тозалаш иншоотларига иисбатан оқова сувларни сифатлироқ тозалашни таъминлар экан.

Йилнинг илиқ фаслларида БПК тозаланган биологик ховузларда оқова 5-6 мг/л гача камайд, ўлчанган моддаларнинг салмоғи - 15-30 мг/л гача. Йилнинг совуқ, фаслларида БПК лар 3-4 мг/л гача камайиши мумкин, ўлчанган моддалар салмоғи -10 мг/л ни ташкил этади. Биологик ховузларни IV климатик ҳудуд учун йил давомида эксплуатация қилинса, табиий аэрацияли ховузларни қўллашга руҳсат этилади. Бошқа климатик ҳудудларда биологик ховузлар асосан йилнинг илиқ фаслларида ишлайди. Биологик ховузлар филтрланадиган ёки заифроқ филтрланадиган тупроқда жойлашиши керак. Аҳоли яшайдиган пунктларда ховузлар шамол эсадиган томонга жойлашади, ховузларда сувнинг йуналиши шамол йуналишига перпендикуляр бўлиши лозим.

Ховузларнинг сунъий аэрацияси механик ёки пневматик бўлиши мумкин. Биринчи ҳолатда биологик ховузларда понтонларга механик аэраторлар ўрнатилади, иккинчи ҳолатда эса, ховуз тубига маълум шаклга полиэтилен қувур ётқизилади. БПК лар 3 мг/л гача бўлган чуқурликдаги сувни тозалаш ва биоген элементлар таркибини камайтириш учун ховузнинг охириги зонасида қамиш, шакарқамиш ва бошқа зарур сув ўсимликларини ўстириш тавсия этилади.

Қишлоқ хўжалигида чорвачилик комплексидан чиққан оқова сувларни тозалаб, далани суғоришда фойдаланиш катта муаммодир. Юқори концентрацияли оқова сувни суғориш далаларига беришдан олдин биологик ховузларда тозаланиб, зарарсизлантирилади. Дехқончилик далалари чорвачилик оқова сувлари билан суғорилганда очиқ сув хавзалари кўриқлов чегарасидан 300м, аҳоли яшаш жойидан 500 м узоқликда ҳамда сизот сувлари ер сатҳидан 1.5 м чуқурликда бўлиши керак. Суғориладиган ерларга 30 м кенгликда Ўрмон дарахтлари ҳам экилиши мумкин.

Маълум шароитда тозаланадиган сувни тозалаш схемаси аниқланади. Махсус талабларга риоя қилган ҳолда, истисно сифатида, оқова сувлари ва хавфли чиқиндилар учун ер ажратилади. Кичик шаҳарча, меҳмонхона, қишлоқ аҳоли пункти каби жойларга кичик хажмда сув ажратилади. Текшириш тафсилотлари шуни кўрсатадики, бундай объектлардан чиқдётган оқова сувларнинг ифлосланиш концентрацияси БПК буйича 70 дан 150 мг/л ни ташкил этади.

Бу ҳолда аэротенка меъёрадаги режада ишлай олмайди. Фаол чўкма майда пахтага айланиб, чўкинди чўкиш жойига яхши чўкмайди, оқибатда тозалаш иншоотидан олиб чиқиб ташланади. Паст концентрацияли оқова сувни тозалашда аэротенкадаги фаол чўкманинг кўпайиши иккиламчи чўкинди чўкиш зонасидан чиқаётгани билан баробардир.

Аэротенкада осилган ҳолатдаги аэроб ва анаэроб микроорганизмлар биологик тозалаш тизимидан тезда ювилиб кетиши ҳаммага маълум. Шу тариқа сунъий биологик тозалаш иншоотини ишлатиш шуни кўрсатадики, ҳар хил қувватли тозалаш қурилмалари юқори агроминерал ифлосланишни самарали ва доимий тозалай олмайди. Тозалаш иншоотларида

барқарор тезлаштирилган жараёнда ишлайдиган биологик тозалаш қурилмаси учун янги технология таклиф қилинди. Бу ишлаб чиқариш ва коммунал оқова сувларини тозалайдиган аэротенкага ёпишган қайта яроқли ҳолга келтирадиган микрофлорали қурилмадир. Битта қурилмага жойлашган микрофлоралар уйғунлиги турли гуруҳдаги микроорганизмларнинг ҳаёти учун оптимал шароит яратди. Шу аснода фаол чўкманинг концентрацияси 3-6 баробарга ошди, оксидланиш қуввати 2-3 мартаба кўпайди, оқова сувининг аэрация вақти 1.5-2 баробарга камайди. Бу устунлик чўкиндининг юқори дозасини таъминлаб туриш муҳим бўлган жойда юқори концентрацияли оқова сувларга ишлов беришда муҳим рол ўйнайди.

Оқова сувни биологик усулда бундай йўл билан тозалаш натижасида табиий ҳолатдаги сувга салбий таъсир анча камаяди. Шунингдек, оқова сувдан хом-ашё, энергия ҳамда ресурс сифатида самарали, комплекс равишда фойдаланиш имконияти пайдо бўлади ва сув хавзаларининг ҳам ифлосланишининг тўлиқ олди олинишига эришилади.

#### Адабиётлар:

1. Яковлев С.В. "Биологическая очистка производственных сточных вод". - М.: Стройиздат, 1985.-208с
2. Яковлев С.В. и др. Водоотводящие системы промышленных предприятий. М.: Стройиздат, 1990.
3. Бобомуродов У.С., Султонов А.О. «Методы улучшения реагентного умягчения воды в осветлителях», - Международный научный журнал. «Молодой ученый» 2016 г. № 7(111). стр.51-53.
4. Такабоев К. У., Мусаев Ш. М., Хожиматова М. М. Загрязнение атмосферы вредными веществами и мероприятия их сокращения // Экология: вчера, сегодня, завтра. – 2019. – С. 450-455
5. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. "Водоотведение и очистка сточных вод" МГСУ Издательство Ассоциации Строительных вузов, Москва 2006.-704с.
6. Черкинский С.Н. "Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы". М.: Стройиздат, 1982.
7. Хамидова Х.М. "Развитие микробиологии и микробной биотехнологии. Материалы Международного симпозиума. Микроорганизмы и биосфера". Ташкент: 2015.-ст.306.
8. Djalilova A.Yu., Xamidov A.O., Abduqodirova M.N. "Kanalizatsiya va oqova suvlarni tozalash" fanidan o'quv qo'llanma. Toshkent: 2012 y.-200 b.

УДК 696.2

### ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ПЛОЩАДИ

Турсунов М.К., Улугбеков Б.Б. - Джизакский политехнический институт

В статье выражениям можно определить качественность падающей суммарной радиации, отнести к единицам телесной разметки и про суммирования земли на период года, сравнит и оптимизирует вариант распределения коллекторов. Результаты моделирования, полученные на основе разработанной программы,

позволяют достойно быстрая и точно четыре отвечающих выбора при проектировании солнечных систем теплоснабжения для различных регионов Республики Узбекистан.

In the article, the expressions can determine the quality of the falling total radiation, relate to the units of physical marking and summation of the earth for the period of the year, compare and optimize the distribution of reservoirs. The simulation results obtained on the basis of the developed program allow us to make a worthy and accurate selection of four appropriate choices in the design of solar heat supply systems for various regions of the Republic of Uzbekistan.

Значительные возможности энергообеспечения зданий открываются благодаря внедрению солнечных коллекторов для систем горячего водоснабжения (ГВС) и отопления. Правильно рассчитанная солнечная система может покрыть до 50-60% энергетических затрат, расходуемых обычно на горячее водоснабжение. При этом ориентация расположения солнечного коллектора и угол наклона по отношению к движению Солнца играют немаловажную роль в теплосъеме коллектора и должны учитываться при проектировании.

Известны различные способы получения тепловой энергии за счет аккумуляции солнечной энергии. Это, в первую очередь, водотрубные, солнечные коллекторы различной конструкции, расположенные на кровле или на земле возле здания. Это и аккумулирующие тепло водотрубные системы, расположенные под кровельным покрытием, системы – использующие в качестве теплоносителя воздух и др. Все эти системы, вместе с отличительными преимуществами, имеют и один существенный недостаток – высокую стоимость и, как следствие, длительные сроки окупаемости. Кроме того, следует учитывать и распределенную весовую нагрузку от коллектора, заставляющую усиливать кровлю здания.

Рекомендуемые и единственно пригодные в настоящее время для широкого использования плоские коллекторы типа «горячий ящик», как правило, устанавливаются неподвижно. Реальные условия применения и расчетов таких солнечных систем часто заключаются в том, что ориентация коллекторов привязывается к ориентации здания, на котором они устанавливаются и, следовательно, для решения задачи оптимизации необходимо найти зависимость величин прихода радиации от всех влияющих параметров и затем по заданным условиям найти оптимальный угол наклона коллектора. Величина плотности прямой и диффузной, солнечной радиации зависит от широты местности, прозрачности атмосферы, характеристик земной поверхности, а также от времени суток и времени года. По этой причине величина годового прихода солнечной радиации на 1 м<sup>2</sup> земной поверхности существенно варьируется для разных регионов Узбекистана и имеет статистический характер распределения. Однако вполне очевидной определяющей тенденцией при этом является увеличение плотности сол-

нечной радиации и количества солнечных дней в направлении с севера на юг с соответствующим ростом годового прихода солнечной радиации на 1 м<sup>2</sup> земной поверхности.

Результаты расчетов суммарной солнечной радиации для южных районов республики в течение всего неотапливаемого периода (ряд 1) с марта по октябрь включительно представлены на рис. 1.1. Оптимальный угол наклона коллектора для данного периода находится в пределах 15-30 градусов. В летний период (ряд 2) этот угол еще меньше. При этом на долю этих трех месяцев приходится 2/5 падающей на коллектор солнечной радиации в течение всех восьми месяцев неотапливаемого периода.

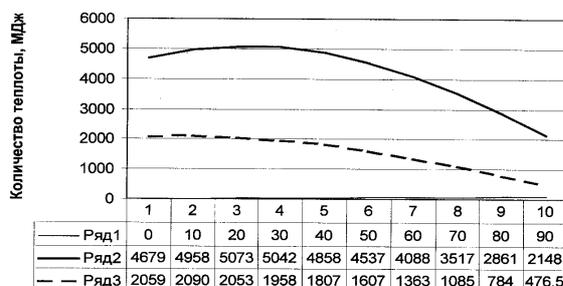


Рис. 1. Зависимость суммарной годовой интенсивности падающей солнечной радиации от угла наклона коллектора.

Большой практический интерес представляет решение задачи определения пространственных характеристик коллекторов при их размещении на ограниченной площади (например, на плоской кровле здания), которая до настоящего времени фактически не рассматривалась в научной литературе. Под пространственной характеристикой будем понимать отношение падающей на поверхность коллектора радиации к приходящей на горизонтальную поверхность, которое при данной конструкции зависит исключительно от его пространственного положения.

Расстояние между рядами коллекторов (рис. 2) можно выразить в обобщенном виде через угол  $h_0$ , под которым падает на плоскость кратчайший луч, проходящий через верхнюю точку предыдущего ряда в нижнюю точку следующего. Величина  $tg h_0$  определяет отношение высоты ряда к расстоянию между рядами.

При таком решении не требуется сооружения сложных опорных конструкций, что может существенно удешевить гелиосистему, однако увеличивается площадь поверхности размеще-

ния в зависимости от угла наклона коллекторов  $\beta$  и расстояния между рядами  $h_0$ .

При больших и малых высотах Солнца неизбежно начнется затенение одного ряда другим, и общее количество тепла, получаемого коллектором, складывается из тепла во время частичной и во время полной экспозиции его поверхности.

Высота Солнца  $\alpha_0$ , при которой начинается полная экспозиция коллектора, находится в зависимости от азимута Солнца  $\phi$  из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \operatorname{tg} h_0 \cdot \cos(\phi - \psi). \quad (1)$$

Азимут  $\psi$  – угол между нормалью плоскости коллектора, проектируемой на горизонтальную плоскость, и направлением на юг. Если коллектор ориентирован непосредственно к югу, азимут нулевой.

Если высота и азимут Солнца таковы, что коллектор освещается частично, то длину освещенной части можно определить по высоте Солнца и расстоянию между рядами. Она равна

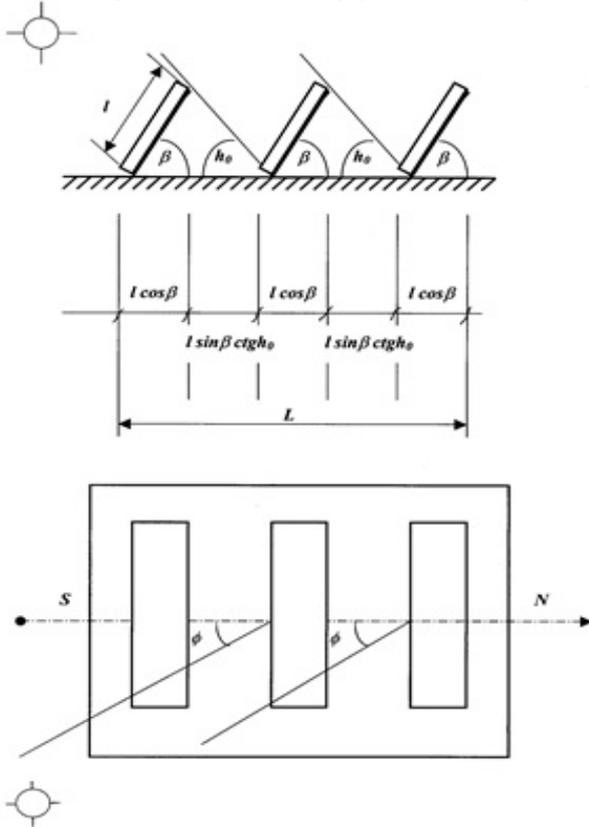


Рис. 2. Схема расстановки коллекторов на ограниченной площади

$$l_{\text{осв}} = l \cdot \frac{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} h_0}{\operatorname{ctg} \beta + \operatorname{ctg} \alpha_0}, \quad (1.2)$$

где  $l$  – длина коллектора.

По данным выражениям можно определить количество падающей суммарной радиации, отнести его к единице площади размещения и просуммировав за периоды года, сравнить и оптимизировать различные варианты расста-

новки коллекторов (рис. 2).

Расчет величин прямой солнечной радиации производится с учетом уменьшения поглощающей прямую радиацию поверхности при частичном облучении.

Что касается определения диффузной и отраженной рассеянной радиации, то их решение достаточно трудоемко и, учитывая небольшой (обычно менее 10%) вклад рассеянной составляющей в интенсивность суммарной радиации на незатеняемый коллектор (рис. 3), можно предположить, что это решение лежит в пределах ошибок, вносимых в результат прочими допущениями.

Как следует из графика, ни при одном из способов размещения не удастся получить больше тепла, чем при их горизонтальном расположении. Это связано с тем, что для эффективных углов при больших расстояниях между рядами возрастание количества полученного коллектором тепла не компенсирует очень малоэффективного использования горизонтальной поверхности, а при малых расстояниях влияние затенения растет быстрее, чем уменьшается площадь, занимаемая одним рядом. Расчеты проводились для коллекторов южной ориентации с углами наклона, изменяющимися от горизонтальных к вертикальному через  $10^\circ$  с шагом между рядами, задаваемыми углом  $h_0$  от  $0$  до  $90$  градусов, через  $7.5^\circ$ . Расчеты показывают, что до  $h_0 = 30^\circ$  в пределах угла наклона  $10 \div 30^\circ$  мы имеем наибольшее облучение коллекторов, что приближается к облучению отдельно стоящего коллектора. Зона устойчивых значений солнечной радиации  $h_0$  лежит до  $37.5^\circ$ . При этом значении коллектор, наклоненный под углом  $15^\circ$ , получает больше, чем наклоненный под  $30^\circ$ , а с дальнейшим увеличением угол  $15^\circ$  остается наилучшим.

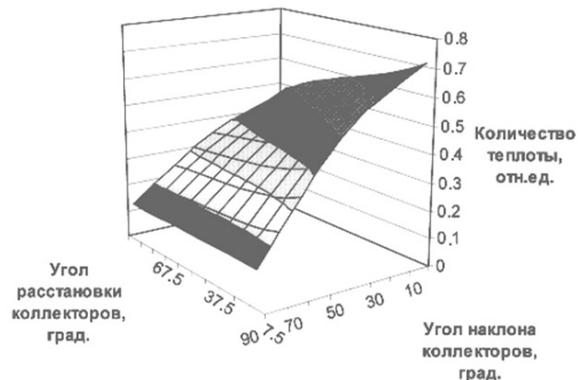


Рис. 3. Зависимость от расстановки коллекторов годового количества тепла, поглощаемого коллектором на единицу поверхности.

Учитывая то, что в последние годы большое внимание отводится энергосберегающим технологиям в строительстве, комбинированные системы с солнечными установками находят

все более широкое применение как для ГВС, так и для отопительных систем. Результаты моделирования, полученные на основе разработанной программы, позволяют достаточно быстро и точно делать соответствующий выбор при проектировании солнечных систем теплоснабжения для различных регионов республики Узбекистан.

#### Литература:

1. Аvezов Р.Р., Анарбаев А.И., Захидов Р.А. Оптимизация солнечных коллекторов на ограниченной площади. // Гелиотехника, 2005, №1, с. 35...39.

2. Мансурова Ш.П. Особенности влажного воздуха при обработке сорбентами // сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – с. 82-85

3. Аvezов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент, Фан, 1988 г. - 286 с.

4. Назарова Г.Р. Комбинированная солнечная установка для теплоснабжения на основе плоских коллекторов. Автореф. дис.... канд. техн. наук. - Ашхабад, 1987 г.-21с.

УДК 691-492-027.267

## ЁНГИН ЎЧИРИШ ДАСТАКЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШНИНГ ИЛМИЙ АҲАМИЯТИ

Мусахожиев М. Б., кафедра бошлиғи; Каримов М.Ш., катта ўқитувчи, Бутунбоев Б.Б., Шамамбетов Й. 5-босқич курсантлари Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси

Ушбу мақола матнида ёнгин ўчириш қўл дастакларини янада такомиллаштириш ва келгусида содир бўлиши мумкин бўлган ёнгинларда бир дастакнинг ўзидан ёнувчи модданинг таркибига қараб сув ёки кўпик ҳосил қилувчи воситаларни узатувчи дастакларни яратиш йўналишида илмий изланишларни олиб бориш, олиб борилган тадқиқотларнинг самарадорлик масалалари атрофлича ёритиб берилган.

**Таянч сўзлар:** Ёнгин ўчириш қўл дастаги, ёнувчи модда таркиби, сув, кўпик узатувчи дастаклар, ёниш худуди, юқори босим, жўмрак.

Текст этой статьи охватывает углубленное исследование о том, как улучшить ручные пожарные стволы для тушения пожара и как создавать ручные пожарные стволы которые тушат очаг пожара с помощью воды или пены, в зависимости от состава вещества, сжигаемого при будущих пожарах.

**Ключевые слова:** Ручные пожарные стволы, материал для сгорания, вода, пена подающий ствол, зона сгорания, высокое давление, кран.

The text of this article covers an in-depth study on how to improve manual fire fighting nozzle and how to create manual fire-fighting nozzles for extinguishing fires with water or foam depending on the composition of the substances burned in future fires.

**Key words:** Manual fire-fighting nozzles, material for combustion, water, manual fire fighting foam nozzle, combustion zone, high pressure, crane.

Дунёда содир бўлаётган ёнгинларнинг олдини олиш ҳамда тез ва осон ўчирилишини таъминлаш борасида кенг қўламдаги илмий ишланмалар оммавий ахборот воситалари орқали намоиш этилиб келинмоқда, бу борада ўзимизда ҳам турли инновацион ишланмалар йўналишида изланишлар олиб борилмоқда.

Бироқ ёнгиннинг тез ва самарали ўчирилиши бу – ёнгин ўчирувчи моддаларини тўғри танланишидан иборат бўлади. Албатта ёнгин ўчириш моддасини танлаш эса ўз-ўзидан ёнаётган маҳсулотнинг таркибига аниқлик киритиш билан кифояланади. Ёнгинларнинг аҳоли яшаш уйларида содир бўлиши ва тегишли фуқаролар томонидан ёнаётган маҳсулот таркибининг сир сақланиши натижасида ёнгин ўчиришда мураккаб ҳолатларни келтириб чиқаришини амалиётда кўп ҳолларда учратиш мумкин.

Ҳозирги кунга қадар ёнгинларнинг самарали ўчирилиши нафақат ёнгин ўчириш воситасини тўғри танланиш билан эришилади, бал-

ки ёнгин ўчирувчи воситаларини ёнгин ўчоғига керакли ҳажм ва миқдорда узатилишини таъминловчи ёнгин ўчириш қўл дастакларининг ҳам ўрни катта ҳисобланади.

Ёнгин ўчириш дастаклари асосан ёнгин ўчиришда турли оқимларни шакллантириш ва йўналтириш вазифасини бажаришга мўлжалланган. Ўчириш воситаларини узатиш сарфи ва ҳажмига қараб, ёнгин ўчириш дастаклари қўл ва лафетли дастакларга, узатиладиган ёнгин ўчириш моддасига қараб эса сувли, кўпикли ва комбинацияланган дастакларга ажратилади. Қўл дастакларининг таснифи 1-жадвалда келтирилган.

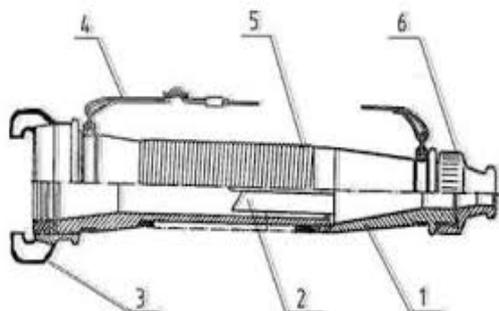
Ёнгин ўчириш қўл дастаклари, ялпи ва пуркалган сувли оқимларини, шунингдек, паст каррали ҳаво-механик кўпик оқимларини шакллантириш ҳамда йўналтириш учун мўлжалланган. Тузилиш хусусиятларига ва асосий кўрсаткичларига қараб дастаклар нормал босимли ва юқори босимли дастакларга таснифланади. Нормал босимли дастаклар,

дастакдаги босим 0,4 дан 0,6 МПа гача бўлганда, юқори босимли дастаклар эса босими 2,0 дан 3,0 МПа гача бўлганда сув ва ёнғин ўчириш эритмаларининг узатилишини таъминлайди.

1-жадвал

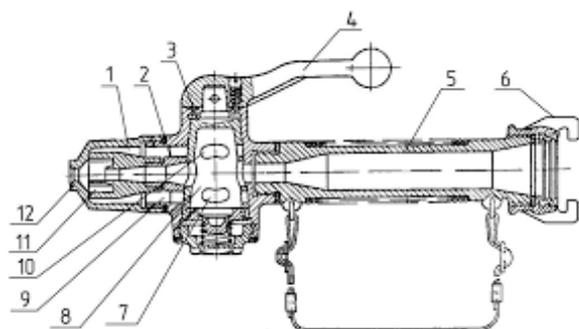
№	Кўрсаткичлар	Қўл дастаги тури		
		ҚД-50	ҚД-70	КҚД-50
1	Ишчи босими, кПа	600	600	400
2	Учлик диаметри, мм	13	19	14
3	Сув сарфи, л/сон	3	7,4	2,7
4	Сув оқими узунлиги, м:	28	32	30
	ялпи			
	пуркалма	-	-	-
5	Дастак узунлиги, мм	312	450	412
6	Вазн, кг	1	1,8	2,2

Нормал босимли дастаклар учун бирлаштирувчи бошчанинг шартли ўтишини белгиловчи тавсиф ҳисобланади. Тузилишига қараб қўл дастаклари кенг функционал имкониятларга эга бўлиши мумкин. Хусусан, фақат сув оқимини шакллантирувчи дастаклар жумласига бир хил тузилишга эга бўлган ва фақат геометрик ўлчамлари билан фарқланадиган ҚҚД-50 ва ҚД-70 дастаклари киради. (1 ва 2-расм)



1-расм. Ёнғин ўчириш қўл дастаги РС-70:

1-корпус; 2-тинчлантиргич; 3-бирлаштирувчи бошча; 4-камар; 5-ўрамли тутқич; 6-учлик.



2-расм. Ёнғин ўчириш қўл дастаги РСК-50:

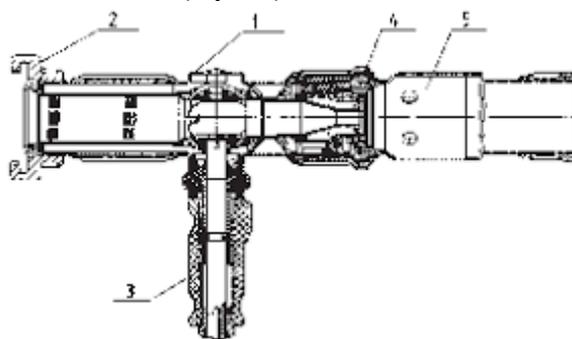
1,2,9-каналлар; 3-тиқинли жўмрак; 4-дастак; 5-корпус; 6-бирлаштирувчи бошча; 7,10-тешиқлар; 8-ички бўшлиқ; 11-тангелсиал каналлар; 12-учлик.

Бу турдаги дастаклар жумласига беркитиладиган жумракли дастак КР-Б киради. Ушбу дастакнинг ўзига хос хусусияти шундаки,

унинг конструкциясида сувнинг узатилишини тўхтатиш имконини таъминловчи тиқинли жумрак мавжуд. Фақат ялпи сув оқимини шакллантирувчи дастакларнинг техник тавсифлари келтирилган.

Универсал ёнғин ўчириш қўл дастакларининг тузилиши оқимни бошқариш имконига эга бўлиб, улар ҳам ялпи, ҳам пуркалган сув оқимларини шакллантириш учун мўлжалланган бўлади.

Ҳам сув, ҳам кўпик оқимларини шакллантириш имконини берувчи комбинациялашган қўл дастаклари кўп функцияли бўлиб ҳисобланади. Мисол сифатида ОРТ-50 дастагини кўриб чиқамиз. У куйидаги асосий элементлардан таркиб топган: корпус, энг бирлаштирувчи бошча, даста кўпик генератори учлиги билан таъминланган. (3-расм)



3-расм. Комбинацияланган қўл дастаги ОРТ-50:

1-корпус; 2- бирлаштирувчи бошча; 3-даста; 4-бошча; 5-кўпик генератори.

ОРТ-50 дастаги ялпи ва пуркалган сув оқимларини шакллантиради, ёнғин ўчирувчининг иссиқлик таъсиридан химоя қилиш учун сувли пардасини ҳосил қилиши мумкин, шунингдек, паст каррали ҳаво механик кўпигини олиш ва уни йўналтириш имконини беради [2].

Кўпик ҳосил қилувчи моддани эжектловчи ва сув сарфини ўзгартирувчи универсал қўл дастаклари. Дастак конструкциясида алоҳида сиғимдан олинаётган кўпик ҳосил қилувчи моддани сарфини ўзгартирувчи эжектр қурилмаси ўрнатилган бўлиб, тезкорлик билан сув тўрига кўпик (кўпик ўрнига сув) бериш имконини беради.

Юқори босимда майда пуркалган сув берувчи қўл дастаклари. Майда пуркалган сувнинг ёнғинни ўчиришда унумдор бўлишига қарамай, майда дисперсли оқимни ҳосил қилувчи техник жиҳозларнинг бўлмаганлиги сабабли унинг қўлланиш доираси чекланган эди. Юқори босимли майда пуркамали сув берувчи қўл дастакларининг яратилиши ёнғин ўчиришнинг самарадорлигини ошириш ва сув сарфини камайтиришда ҳамда сувни кўп миқдорда узатилишини таъминлаши эвазига моддий зарарни камайишига эришилиши мумкин. Юқорида кўрсатиб ўтилган қўл дастакларининг тактик-техник кўрсаткичларини ва конструкция тузи-

лишининг фаркли томони шундаки, кўлнинг бир ҳаракати билан сув сарфини 2,5 л/с дан 13-15 л/с гача ўзгартириш ва бунда сув оқимини 20-30 метргача бўлган масофага узатиб бериш имкониятининг мавжудлигидади. Ёнғин ўчиришда КҚД-50 ва ҚД-70 дастакларининг амалиётда мавжудлигига қарамай, ушбу дастакларда ёнғин хавфсизлиги бўлинмаларининг тезкор ҳаракатларида қулай иш шароитларини яратишга салбий таъсир кўрсатувчи бир қатор камчиликларининг мавжудлиги ёнғинларни ўчиришда қатор камчиликларни келтириб чиқармоқда [3].

Асосий камчиликлардан бири – бу КҚД-50 ва ҚД-70 дастакларида қулай ушлаш учун туткичнинг йўқлиги аниқланган бўлсада, ОРТ-50 дастаининг кўпик генераторлари бир-биридан алоҳида сақланиши билан ноқулай вазиятларни келтириб чиқаради.

Замонавий дастакларнинг ўзига хос камчиликларни амалиёт билан боғлайдиган бўлсак, ёнғинда ёнувчи модданинг таркибига қараб, турли кўриниш ва ҳажмдаги тутунлар ҳосил бўлади. Ушбу ҳолатларда ёнғин қутқарув хизмати ходими, юқорида маълумот сифатида тўхталиб ўтилган дастаклар орқали ёнғин ўчоғига қараб ҳаракатланади ва кўпик моддасига эҳтиёж сезилганда қайта хавфсиз худудга чиқиши ва ёнғин ўчириш автомобилдан кўпик генераторини олиб келиши ва улаши билан ёнғин ўчоғига яна қайтадан киришига тўғри келади. Бу эса ўз навбатида ёнғин майдонинг кенгайишига, моддий зарарнинг ортишига, нафас олишга яроқсиз муҳитларда фойдаланиладиган ҳимоя воситасининг ишчи босимини камайишига олиб келади [4].

Хулоса ўрнида шунини айтишимиз керакки, ёнғин ўчириш қўл дастакларининг функционал кўрсаткичларида мавжуд камчиликларни инобатга олган ҳолда, ёнғин ўчириш қўл дастаги-

нинг ўзида кўшимча равишда кўпик генератори маҳкамланишига эришилган бўлиб, дастакнинг ўзидан сув ёки кўпик ҳосил қилувчи моддаларини узатилишида фақатгина ёнаётган модданинг таркибига аниқлик киритилиши билан кифояланади. Бу эса ўз навбатида ёнғиннинг қисқа фурсатларда талофатларсиз ўчирилиши таъминлаши мумкин. Ҳозирги кунда, дастакнинг дастлабки кўринишлари яратилган бўлиб, тадқиқотлар натижасида ижобий кўрсаткичларга эришилди.

Ёнғинларнинг олдини олиш ва бартараф этилишини таъминлаш йўналишида яратилаётган илмий ишланмалар, авваламбор, содир бўлиши мумин бўлган ёнғинларда инсонларнинг ҳаёти ва моддий бойликларни асрашини таъминлашга хизмат қилади. Ушбу дастак ёнғиннинг тезкорлик билан ўчиришни таъминлаши билан бирга, ёнғин ўчирувчи воситалар яъни сув ва кўпикнинг сарфини 20-30% га камайишини таъминлайди. Бу эса ёнғинларни сифатли ўчиришда муҳим аҳамият касб этади.

#### Адабиётлар:

1. Пожарная техника: Учеб. для пожарно-техн. училищ. В 2 ч. 1. Пожарно-техническое оборудование/А.Ф.Иванов, П.П.Алексеев, М.Д.Безбородько и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 408 с.: ил. – ISBN 5-274-00029-0/
2. Ёнғин ўчириш техникаси [Матн]: дарслик. А.Х.Қўлдошев, Ў.Т.Музафаров, М.Б.Мусахожиев. Ўзбекистон Республикаси ИИВ Ёнғин хавфсизлиги институти. – Т.:Чўлпон номидаги НМИУ. 2018. – 500б.
3. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ruchnye-pozharnye-stvolny-ort-50-ort-50a-kombinirovannye-ttx-princip-dejstviya-iz-chego-sostoit-podrobnye-xarakteristiki/>.
4. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/stvol-pozharnyj-rsku-50a-ttx-primeneniye-ves-cena/>.

**ИНЖЕНЕРЛИК ИНШОТЛАРИ НАЗАРИЯСИ  
ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

УДК 519.872

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА  
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ  
В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

**Фазилов А.Ш.**, доцент; **Кучимов М.К.**, ст. преп.  
Ташкентский архитектурно-строительный институт

Maqolada matematik modelni yaratish va axborot tizimlarida ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlari muhokama qilinadi. Simulyatsiya va matematik model asosida, ehtimollik-vaqt xususiyatlarining to'liq to'plami aniqlanadi.

The article discusses the development of a mathematical model and information processing algorithms in information systems. Based on simulation and a mathematical model, a complete set of probability-time characteristics is determined.

В статье рассматриваются вопросы разработки математической модели и алгоритмов обработки информации в информационных системах. На основе имитационного моделирования и математической модели определен полный набор вероятностно-временных характеристик.

**Ключевые слова.** Моделирование, имитационная модель, система массового обслуживания, информационная система.

Информационные системы (ИС) являются одним из эффективных средств обработки информации в системах коллективного пользования и широко используются в учрежденческих автоматизированных системах управления (АСУ), системах автоматизированного проектирования (САПР) и т.д. Широкое распространение ИС прежде всего обусловлено их высокой экономической эффективностью.

Однако, во многом успех развития информационных вычислительных систем определяется их доступностью массовому пользователю, с одной стороны, и теми социально-экономическими последствиями, которые они вносят в гибкие автоматизированные комплексы в различных сферах человеческой деятельности, с другой стороны. Поэтому выбор и оптимизация режимов доступа является важной составной частью задачи оптимизации процессов обработки информации в ИС.

Производительность и пропускная способность ИС определяется комплексом системно взаимосвязанных факторов:

- характеристик технических средств (выбором компьютеров и рабочих станций, коммуникационного оборудования, операционных систем рабочих станций, серверов и их конфигураций и т. п.),

- характером распределения и хранения информационных ресурсов,

- режимами доступа в систему,

- организации распределенной обработки информации,

- распределением файлов базы данных по серверам системы,

- организацией распределенного вычислительного процесса,

- защиты, поддержания и восстановления работоспособности в ситуациях сбоев и отказов.

Таким образом, при проектировании очень важно определить области эффективного использования ИС при заданных ее параметрах. Решение такой задачи возможно на основе проведения системного анализа указанных факторов, характеризующих степень эффективности составных подсистем и компонент ИС. Одним из важных факторов, определяющих общую эффективность функционирования ИС, являются характеристики подсистемы доступа. В свою очередь, исследование характеристик различных режимов доступа и выбор наиболее оптимальных для конкретных режимов функционирования ИС и, соответственно, оптимизации режимов обработки информации при решении заданного класса задач, возможно путём разработки математических моделей этих процессов и организации имитационного моделирования с использованием средств вычислительного эксперимента.

Создание математической модели ИС для анализа ВВХ выполнено в две фазы.

На первой фазе, на основе заданной конфигурации системы, характеристик источников заявок и их обработки, а также алгоритмов потокораспределения, построена математическая

модель для определения коэффициентов нагрузки по всем маршрутам движения потоков в ИС. При этом в отношении характера законов распределения потоков и их обработки на элементах системы допускаются самые общие предположения, т.е. потоки заявок и их обработка могут иметь произвольные законы распределения вероятностей.

На второй фазе разработки математической модели, используя полученные значения коэффициентов загрузки по всем фрагментам ИС, формируется эквивалентная по средним модель экспоненциальной системы массового обслуживания, на основе которой вычисляются ВВХ по всем необходимым маршрутам движения информации в ИС.

На основе функциональной схемы ИС необходимо перейти к ее представлению в терминах систем массового обслуживания, в результате получена модель массового обслуживания, которая отображает работу соответствующих абонентов. Особенность функционирования рассматриваемой ИС состоит в том, что каждый из абонентов может с одинаковой вероятностью связаться с любым другим.

Использование экспоненциальной системы массового обслуживания в качестве модели ИС обоснован общими предположениями сходимости процессов, зависящих от большого количества равновзвешенных случайных факторов, к пуассоновским, что показано в работах Григелиониса Б.И. и Погожева И.Б. Такой подход к разработке модели оправдан особенно на этапах проектирования принципиально новых систем, поскольку данная модель дает возможность оценить работу системы при самых неблагоприятных режимах, что особенно важно в условиях неполной статистической информации по проектируемому объекту.

Для построения математической модели выделим фрагмент, определяющих взаимодействие двух любых абонентов «абонента  $A_i$  и абонента  $A_j, i \neq j$ » (рис.1).

Для каждой фазы, исходя из условий экспоненциальности всей системы, можно получить следующие ВВХ: плотность распределения вероятностей времени пребывания заявки, ее математическое ожидание и дисперсию; плотность распределения вероятностей времени ожидания заявки, ее математическое ожидание и дисперсию; распределение вероятностей числа заявок, находящихся на обслуживании и ожидающих в очереди обслуживания, их математические ожидания и дисперсии; вероятности того что время доставки пакета превысит значения  $T_{доп}$ ; коэффициенты загрузки оборудования каждой фазы.

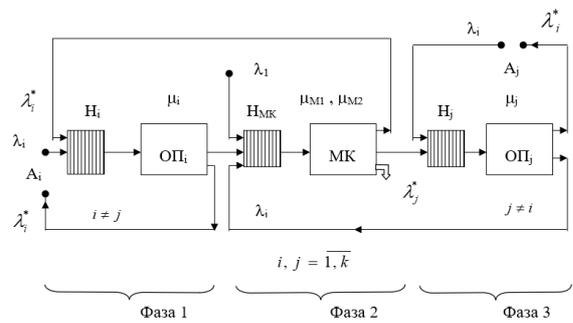


Рис. 1. Фрагмент взаимодействия двух любых абонентов: абонента  $A_i$  и абонента  $A_j, i \neq j$

Условия возникновения конфликта определяются динамически и зависят от числа заявок, ожидающих обслуживания в моноканале (СМО<sub>МК</sub>). Вероятность наступления конфликта определяется следующим образом:

$$P_{нк} = P(h \geq 3) \cdot H, \tag{1}$$

где  $P(h \geq 3)$  – вероятность нахождения в СМО<sub>М</sub> трех или более заявок от всех абонентов,  $H$  – вероятность бесконфликтных ситуаций при условии, что в системе находятся три и более заявок.

Вероятность  $P(h \geq 3)$  определяется на основе модели СМО М/М/1 с учетом того, что на входе имеем суммарный поток от всех абонентов, т.е.

$$P(h > 3) = \rho^3,$$

$$\text{где } \rho = \sum_{i=1}^k \rho_i, \text{ а } \rho_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}.$$

В результате анализа ИС с различным числом абонентов = 3.

В силу независимости входных потоков заявок, вероятность того, что в СМО находятся точно  $n_1, n_2, n_3$  заявок от 1, 2, 3 абонентов, можно представить как произведения отдельных составляющих, т.е.

$$P(n_1, n_2, n_3) = P(n_1)P(n_2)P(n_3).$$

Общее выражение  $H$  представляется в следующем виде:

$$\begin{aligned} H = & \sum_{i=2}^{\infty} P_1(i) \cdot P_2(1) \cdot P_3(0) + P_1(1) \cdot \sum_{j=2}^{\infty} P_2(j) \cdot P_3(0) + \\ & + P_1(0) \cdot P_2(1) \cdot \sum_{k=2}^{\infty} P_3(k) + P_1(0) \sum_{j=2}^{\infty} P_2(j) \cdot P_3(1) + \\ & + P_1(1) \cdot P_2(0) \sum_{k=2}^{\infty} P_3(k) + \sum_{i=2}^{\infty} P_1(i) \cdot P_2(0) \cdot P_3(1) + \\ & + \sum_{i=3}^{\infty} P_1(i) \cdot P_2(0) \cdot P_3(0) + P_1(0) \cdot \sum_{j=3}^{\infty} P_2(j) \cdot P_3(0) + \\ & + P_1(0) \cdot P_2(0) \cdot \sum_{k=3}^{\infty} P_3(k) \end{aligned}$$

Поскольку,  $P_i(0)=1-\rho_i$ ,  $i = \overline{1,3}$

$P_i(1)=(1-\rho_i)\rho_i$ ,  $i = \overline{1,3}$

$$\sum_{j=R}^{\infty} P_i(j) = \rho_i^R, \quad i = \overline{1,3}$$

для СМО М/М/1, то

$$N = \rho_1^2(1-\rho_2)\rho_2(1-\rho_3) + (1-\rho_1)\rho_1\rho_2^2(1-\rho_3) + (1-\rho_1)(1-\rho_2)\rho_2\rho_3^2 + (1-\rho_1)\rho_2^2(1-\rho_3)\rho_3 + (1-\rho_1)\rho_2(1-\rho_2)\rho_3^2 + \rho_1^2(1-\rho_2)(1-\rho_3)\rho_3 + \rho_1^3(1-\rho_2)(1-\rho_3) + (1-\rho_1)\rho_2^3(1-\rho_3) + (1-\rho_1)(1-\rho_2)\rho_3^3.$$

Тогда составляющая коэффициента загрузки для моноканала от каждого «i» - го абонента можно определить следующим образом:

$$\rho_i = \lambda_i(1/\mu_{M1} + P_{VR} + P_{MK} \cdot \mu_{M2}), \quad i = \overline{1, k}$$

Таким образом, модель рассматриваемой ИС определена полностью и можно проводить всесторонний анализ вычислительной системы при различных исходных данных.

Далее рассмотрена математическая модель ИС с произвольным числом абонентов.

Анализ поведения вероятности бесконфликтных ситуаций при возрастании числа абонентов «k» показал, что значение N убывает и при  $k > 4$  значением N можно пренебречь и тогда

$$P_{нк} = P(h \geq 3) = \rho^3. \quad (2)$$

При использовании (2.2) доля коэффициента загрузки в моноканале от i-го абонента определяется следующим образом:

$$\rho_i = \lambda_i(1/M_{M1} + P_{нк}/M_{M2}), \quad i = \overline{1, k}$$

или

$$\rho_i = \lambda_i/M_{M1} + (\Lambda/M_{M1})^3/M_{M2}, \quad i = \overline{1, k}, \quad (3)$$

где  $\Lambda = \sum_{i=1}^k \lambda_i$  - общая суммарная интен-

сивность потоков, поступающих на вход моноканала;

k - общее число входящих потоков в моноканал;

$M_{M1}$  - интенсивность обработки заявок всех абонентов в моноканале;

$M_{M2}$  - интенсивность обработки заявок в моноканале в случае возникновения конфликта

Суммируя по всем элементам  $\rho_i$ ,  $i = \overline{1, k}$

$$\rho_{МК} = \frac{1}{M_{M1}} \sum_{i=1}^k \lambda_i + \frac{1}{M_{M2}} \left( \frac{\Lambda}{M_{M1}} \right)^3 \sum_{i=1}^k \lambda_i \quad \text{или}$$

$$\rho_{МК} = \frac{\Lambda}{M_{M1}} + \frac{\Lambda}{M_{M2}} \left( \frac{\Lambda}{M_{M1}} \right)^3, \quad (4)$$

В выражении (4) необходимо определить  $M_{M2}$ .

Вероятность того, что конфликт для данного сообщения произошел «n» раз, определяется показательным распределением:

$$P_n = (1 - \Omega)\Omega^{n+2}.$$

На основании определения математического ожидания для дискретных случайных чисел определено среднее время отсрочки:

$$T_{отср}(n) = \frac{1}{2} \sum_{n=0}^9 [(2^n - 1)P_n] + \frac{2^{10} - 1}{2} \sum_{n=10}^{15} P_n;$$

или

$$T_{отср}(n) = \frac{1 - \Omega}{2} \sum_{n=2}^9 [(2^n - 1)\Omega^{n+2}] +$$

$$+ 511.5 \sum_{n=10}^{15} (\Omega^{11} - \Omega^{16}),$$

$$\text{где } \Omega = \left( \sum_{i \in \text{вх. моноканал}} \lambda_i \right) / M_{M1}$$

$$\text{тогда } M_{M2} = 1 / T_{отср} \quad (5)$$

Каждую из этих характеристик обозначим через  $\Pi_m^{n\phi}$ , где  $m = \overline{1, s}$  - номер показателя, а  $n\phi = \overline{1, 3}$  - номер фазы. ВВХ для первой и третьей фазы могут быть определены на основе хорошо изученной модели массового обслуживания типа М/М/1. При этом надо учитывать, что на вход каждого абонентского узла поступает поток с интенсивностью, который обрабатывается в абонентской станции с интенсивностью  $\mu_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,

$$\text{где } \lambda_i^{BX} = \lambda_i + \lambda_i^*,$$

$$\lambda_i^* = \left( \sum_{r=1}^k \lambda_r \right) / (k - 1), \quad i = \overline{1, k} \quad (6)$$

В силу экспоненциальности системы ВВХ первой фазы определяются следующим образом:

$g_i^{1\phi}(t)$  - плотность распределения вероятностей времени пребывания заявки «i» - го абонента на первой фазе обработки.

$$g_i^{1\phi}(t) = (\mu_i - \lambda_i^{BX}) \exp[(\mu_i - \lambda_i^{BX}) t], \quad (7)$$

$u_i^{-1\phi}$  - среднее время пребывания заявки «i» - го абонента на первой фазе,

$$u_i^{-1\phi} = [\mu_i (1 - \lambda_i^{BX}) / \mu_i]^{-1}. \quad (8)$$

$D_{gi}^{1\phi}$  - дисперсия времени пребывания заявки «i» - го абонента на первой фазе,

$$D_{gi}^{1\phi} = [\mu_i - \lambda_i^{BX}]^{-2}. \quad (9)$$

$f_i^{1\phi}(t)$  - плотность распределения вероятностей времени ожидания заявки

$$f_i^{1\phi}(t) \llcorner i \gg - \text{го абонента на первой фазе,}$$

$$f_i^{1\phi}(t) = (\lambda_i^{BX} / \mu_i) (\mu_i - \lambda_i^{BX}) \cdot \exp [-(\mu_i - \lambda_i^{BX}) t]. \quad (10)$$

$\frac{-1\phi}{W_i}$  - среднее время ожидания заявки на первой фазе,

$$\frac{-1\phi}{W_i} = \frac{1}{\mu_i} \cdot \frac{\lambda_i^{BX} / \mu_i}{1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i} \quad (11)$$

$D_f^{1\phi}$  - дисперсия времени ожидания заявки «i» - го абонента на первой фазе,

$$D_f^{1\phi} = (\lambda_i^{BX} / \mu_i)^2 (\mu_i - \lambda_i^{BX})^{-2}. \quad (12)$$

$P_i^{1\phi}(n)$  - распределение вероятностей числа заявок, находящихся на обслуживании на первой фазе,

$$P_i^{1\phi}(n) = (1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i) (\lambda_i^{BX} / \mu_i)^n. \quad (13)$$

$n_i^{-1\phi}$  - среднее число заявок в первой фазе,

$$n_i^{-1\phi} = (\lambda_i^{BX} / \mu_i) (1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i). \quad (14)$$

$D_{n_i}^{1\phi}$  - дисперсия числа заявок в первой фазе системы,

$$D_{n_i}^{1\phi} = (\lambda_i^{BX} / \mu_i) / (1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i)^2. \quad (15)$$

$P_i^{*1\phi}(n)$  - распределение вероятностей числа заявок, ожидающих очередного обслуживания,

$$P_i^{*1\phi}(0) = 1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i.$$

$$P_i^{*1\phi}(n) = [1 - (\lambda_i^{BX} / \mu_i)] (\lambda_i^{BX} / \mu_i)^{n+1},$$

при  $n \geq 1$ . (16)

$\bar{U}_i^{-1\phi}$  - средняя длина очереди на первой фазе,

$$\bar{U}_i^{-1\phi} = (\lambda_i^{BX} / \mu_i)^2 / (1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i). \quad (17)$$

$D_{D_i}^{1\phi}$  - дисперсия длины очереди заявок на первой фазе,

$$D_{D_i}^{1\phi} = (1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i) \sum_{k=1}^{\infty} k^2 / (\lambda_i^{BX} / \mu_i)^{k+1} - (\lambda_i^{BX} / \mu_i)^2 / (1 - \lambda_i^{BX} / \mu_i). \quad (18)$$

ВВХ второй фазы обработки определяется на основе модели массового обслуживания М/М/1, где входной поток представлен суммой всех «k» абонентов  $\Lambda$ , циркулирующих в ИС. Интенсивность входного потока второй фазы определяется следующим образом:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^k (\lambda_i + \lambda_i^*) + \Lambda_{\text{вовне}} + \Lambda_{\text{извне}} \quad (19)$$

Среднее время обработки пакета сообщения в моноканале  $\tau_{\text{ЭКВ}}^{\text{МК}}$  находится следующим образом:

$$\tau_{\text{ЭКВ}}^{\text{МК}} = \frac{1}{\mu_{\text{ЭКВ}}^{\text{МК}}} = \frac{\rho_{\text{МК}}}{\Lambda}, \quad \Lambda = \sum_{i=1}^k \lambda_i \quad (20)$$

Имея в качестве исходных параметров для второй фазы обработки полученные значения « $\Lambda$ » и « $\mu_{\text{МК}}^{\text{ЭКВ}}$ » и, используя для определения ту же модель массового обслуживания (М/М/1), что и для первой фазы, получим для второй фазы аналогичный набор ВВХ:

$$g^{2\phi}(t), \bar{U}^{2\phi}, \bar{D}_{g_i}^{2\phi}, f^{2\phi}(t), \bar{w}^{2\phi},$$

$$D_{g_i}^{2\phi}, P^{2\phi}(n), \bar{n}^{2\phi}, D_{n_i}^{2\phi},$$

где во всех выражениях ВВХ первой фазы  $\mu_i$  меняется на  $\mu_{\text{МК}}^{\text{ЭКВ}}$ , а  $\lambda_i$  заменяется на  $\Lambda$ .

Для третьей фазы обработки ВВХ определяются на основе все той же модели массового обслуживания М/М/1. В качестве исходных параметров здесь будут

$$\Lambda = \sum_{i=1}^k (\lambda_i + \lambda_i^*) + \Lambda_{\text{вовне}} + \mu^*.$$

По аналогии с ВВХ, полученной на первой и второй фазах обработки, получим следующий набор показателей:

$$g^{3\phi}(t), \bar{U}^{3\phi}, \bar{D}_{g_i}^{3\phi}, f^{3\phi}(t), \bar{w}^{3\phi},$$

$$D_{g_i}^{3\phi}, P^{3\phi}(n), \bar{n}^{3\phi}, D_{n_i}^{3\phi}.$$

Необходимо заметить, что как для моноканала (вторая фаза), так и для сервера (третья фаза) входной поток представляет собой сумму всех циркулирующих в ИС потоков. Очевидно, что для сервера и моноканала нагрузка будет максимальной.

Имея полный набор ВВХ для каждой из трех фаз обработки, можно получить интегральные характеристики.

Поскольку моделью ИС является экспоненциальная система, то интегральные ВВХ для трех фаз маршрута «абонент  $A_i$  – абонент  $A_j$ » определяются следующими соотношениями:

$$\bar{\Pi}_m^{\Sigma}(i, j) = \bar{\Pi}_m^{1\phi}(i) + \bar{\Pi}_m^{2\phi} + \bar{\Pi}_m^{3\phi}(j) \quad (21)$$

- для ВВХ, определяющих средние и дисперсии, где

-  $\bar{\Pi}_m^{\Sigma}(i, j)$  - интегральный показатель,  $m$  – номер показателя;

-  $\bar{\Pi}_m^{n\phi}(i)$  -  $m$  – ый показатель  $n$  – ой фазы об-

работки.

$$\bar{\Pi}_m^{\Sigma}(i, j) = \bar{\Pi}_m^{1\phi}(i) * \bar{\Pi}_m^{2\phi} * \bar{\Pi}_m^{3\phi}(j) \quad (22)$$

- интегральный показатель для ВВХ, определяющих плотности распределения вероятностей и распределения вероятностей дискретных состояний, где \* - знак композиции.

Определим интегральные показатели для всех трех фаз обработки.

Плотность распределения вероятностей времени пребывания заявки в системе:

$$g_i(t) = g_i^{1\phi}(t) * g_i^{2\phi}(t) * g_i^{3\phi}(t) \quad (23)$$

Среднее время пребывания заявки в системе:

$$\bar{u}_i = u_i^{1\phi} + u_i^{2\phi} + u_i^{3\phi} \quad (24)$$

Дисперсия времени пребывания заявки в системе:

$$Dg_i = Dg_i^{1\phi}(t) + Dg_i^{2\phi} + Dg_i^{3\phi} \quad (25)$$

Плотность распределения вероятностей времени ожидания заявки в системе:

$$f_i(t) = f_i^{1\phi}(t) * f_i^{2\phi}(t) * f_i^{3\phi}(t) \quad (26)$$

Среднее время ожидания обслуживания заявки в системе:

$$\bar{w}_i = w_i^{1\phi} + w_i^{2\phi} + w_i^{3\phi} \quad (27)$$

Дисперсия времени ожидания обслуживания заявки в системе:

$$Df_i = Df_i^{1\phi} + Df_i^{2\phi} + Df_i^{3\phi} \quad (28)$$

Распределение вероятностей числа заявок, находящихся на обслуживании:

$$P_i(n) = P_i^{1\phi}(n) * P_i^{2\phi}(n) * P_i^{3\phi}(n) \quad (29)$$

Среднее число заявок в системе:

$$\bar{n}_i = \bar{n}_i^{1\phi} + \bar{n}_i^{2\phi} + \bar{n}_i^{3\phi} \quad (30)$$

Дисперсия числа заявок в системе:

$$Dn_i = g_i^{1\phi} + g_i^{2\phi} + g_i^{3\phi} \quad (31)$$

Средняя длина очереди:

$$\bar{D}_i = \bar{D}_i^{1\phi} + \bar{D}_i^{2\phi} + D_i^{3\phi} \quad (32)$$

$$D_{D_i} = D_{D_i}^{1\phi} + D_{D_i}^{2\phi} + D_{D_i}^{3\phi} \quad (33)$$

Выполнив операцию композиции для (23) и (26), получим следующие аналитические выражения:

$$g_i(t) = k_1 \exp[-(\mu_i - \lambda_i^{BX})t] + k_2 \exp[-(\mu_{M1} - \Lambda)t] + \exp[-(\mu_{M2} - \Lambda)t], \quad (34)$$

где

$$k_1 = \frac{(\mu_i - \lambda_i)(\mu_{M1} - \Lambda)(\mu_{M2} - \Lambda)}{[(\mu_{M1} - \Lambda) - (\mu_i - \lambda_i)][(\mu_{M2} - \Lambda)]};$$

$$k_2 = \frac{(\mu_i - \lambda_i)(\mu_{M1} - \Lambda)(\mu_{M2} - \Lambda)}{[(\mu_i - \lambda_i) - (\mu_{M1} - \Lambda)][(\mu_{M2} - \Lambda) - (\mu_{M1} - \Lambda)]};$$

$$k_3 = \frac{(\mu_i - \lambda_i)(\mu_{M1} - \Lambda)(\mu_{M2} - \Lambda)}{[(\mu_i - \lambda_i) - (\mu_{M2} - \Lambda)][(\mu_{M1} - \Lambda) - (\mu_{M2} - \Lambda)]}.$$

$$f_i(t) = \frac{\lambda_i}{\mu_i} \cdot \frac{\Lambda}{\mu_{M1}} \cdot \frac{\Lambda}{\mu_{M2}} \cdot g_i(t) \quad (35)$$

Для выражения (29):

$$P_i(n) = \sum_{j=0}^k P_i^{1\phi}(j) P_i^{2\phi}(k-j) \cdot P_i^{3\phi}(n-k) \quad (36)$$

Остальные интегральные ВВХ полностью определены соответствующими выражениями (24), (25), (27) – (33).

Для получения вероятности того, что время доставки информации от абонента «i» к серверу превысит значение  $T_{доп}$ , определяется следующим образом:

$$P_i[t > T_{доп}] = 1 - \int_0^{T_{доп}} g_i(t) dt \quad (37)$$

Таким образом, мы получили возможность вычислить ВВХ, как для отдельных фаз обработки, так и для типовых маршрутов движения информации. Эти ВВХ позволяют провести полный анализ функционирования ИС и решить поставленную задачу оптимизации обработки информации в ИС. Описанная аналитическая модель реализована как составная часть программной системы анализа ИС.

УДК 681.325.518.5

## ТЕНГМАС ОРАЛИҚЛАР УЧУН КУБИК СПЛАЙН ҚУРИШ ВА СИГНАЛЛАРГА ТАДБИҚИ

**Azimov Bunyodbek;** докторант - Андижон давлат университети

Ушбу мақола тенгмас ораликларда ўлчаб олинган сигналлар учун сплайн моделларини куришга бағишланган. Тенгмас ораликда курилган кубик сплайн моделлари сигналларни интерполяциялашда юқори аниқликка эга, бу эса сигналларни рақамли ишлаш натижасида мутахасисларнинг тўғри қарор қабул қилишини таъминлайди. Мисол тариқасида тенгмас ораликларда ўлчаб олинган геофизик сигнални рақамли ишлаш учун интерполяция кубик сплайн модели курилди. Интерполяция кубик сплайн куриш учун чизикли тенгламалар системасини прогонка усулида ечишнинг алгоритми келтирилган. Шунингдек мақолада прогонка ва Гаусс усулларини талаб этиладиган амаллар сони бўйича таққослаш натижалари келтирилган.

**Таянч иборалар:** геофизик сигнал, сейсмик сигнал, магниторазведка, гравиразведка, сплайн-функция,

интерполяцион кубик сплайн, интерполяция, тенгмас оралик, классик полином, кубик сплайн, коэффициентлар.

#### Построения кубического сплайна для неравных интервалов и его применение к сигналам

Эта статья посвящена построению сплайн моделей для сигналов, измеряемых с неравными интервалами. Кубические сплайн модели, построенные с неравными интервалами, имеют высокую точность интерполяции сигналов, что позволяет профессионалам принимать обоснованные решения в результате цифровой обработки сигналов. В качестве примера была построена интерполяционная модель кубического сплайна для цифровой обработки геофизических сигналов, измеренных с неравными интервалами. Представлен алгоритм решения линейной системы линейных уравнений для построения интерполяционного кубического сплайна. В статье также представлены результаты сравнения методов прогонки и Гаусс по количеству необходимых действий.

**Ключевые слова:** геофизик сигнал, сейсмик сигнал, магниторазведка, гравирозведка, сплайн-функция, интерполяцион кубик сплайн, интерполяция, неравный интервал, классик полином, кубик сплайн, коэффициенты.

#### Construction of cubic spline for unequal intervals and its application signals

This article is devoted to the construction of spline models for signals measured at unequal intervals. Cubic spline models built at unequal intervals have a high accuracy of signal interpolation, which allows professionals to make informed decisions as a result of digital signal processing. As an example, a cubic spline interpolation model was constructed for digital processing of geophysical signals measured at unequal intervals. An algorithm for solving a linear system of linear equations for constructing an interpolation cubic spline is presented. The article also presents the results of comparing the sweep and Gauss methods by the number of necessary actions.

**Key words:** geophysical signal, seismic signal, magnetic exploration, gravity exploration, spline function, interpolation cubic spline, interpolation, unequal interval, classical polynomial, cubic spline, coefficient.

**Кириш.** Кейинги йилларда сигналларни рақамли қилиш ва тиклаш масалаларини ечиш учун сплайн-функция методлари кенг қўлланилмоқда. Геофизик сигналларни рақамли ишлаш натижасида ер ости бойликларини, нефть ва газ, турли металлларни ер остида мавжудлиги, уларнинг ҳажми, жойлашган жойлари ва захираларини прогнозлаш (башоратлаш) масалаларини ечиш мумкин [1,2].

Геофизика соҳасидаги олимларнинг кўпгина илмий ишлари ер ости бойликлари захираларини ёки сейсмик хавфларни “даракчи”ларини аниқлашга йўналтирилган. Геофизик ёки сейсмик сигналнинг у ёки бу параметрларини кескин ўзгаришлари, уларда кузатиладиган аномал ўзгаришлар “даракчи”лар деб аталади ва улар ёрдамида олимлар прогнозлашни амалга оширадilar [12]. Прогнозлаш натижасида ер ости бойликларини жойшган жойлари ва захира ҳажминини олдиндан аниқлаш, шунингдек бўлажак сейсмик воқеа жойи, вақти ва кучини башоратлаш мумкин бўлади [12,7].

Даракчиларни аниқлашда геофизика соҳасида магниторазведка ва гравирозведка кенг қўлланиладиган усуллардан саналади. Илмий изланишларда ушбу усулларни амалга оширишда асосан авиациядан фойдаланилади. Бунда махсус ўлчов асбоблари билан жиҳозланган самолёт ва вертолётлар ёрдамида ернинг магнит майдони (магниторазведкада) ёки ернинг гравитацион майдони (гравирозведкада) ўлчанади. Ўлчов натижалари массив кўринишида хотираларга (флешкаларга) ёзилади. Агар ўлчаб олинаётган ер нотекистиклардан (тоғлар, баланд адирликлардан) иборат бўлса, у холда ўлчовлар тенгмас ораликлардан иборат бўлади.

Тенгмас ораликда функция қийматларини тиклашда сплайнлардан фойдаланиш яхши на-

тижа беради. Чунки сплайнлар классик полиномларга қараганда камроқ хисоблашларни талаб этади ва сплайн параметрларини аниқлашда самарали алгоритмлар мавжуд [2,4,5,8].

Шундай қилиб, тенгмас ораликларда қурилган кубик сплайн моделлари ўзларининг самардорлиги, аниқлиги ва сплайнлар параметрларини аниқлаш учун камроқ амаллар талаб қилганликлари боис сигналларни рақамли ишлаш ва тиклаш масалаларини ечишда кенг қўлланилиши мумкин [4,8]. Ушбу мақолада магниторазведка ёрдамида нотекис ер юзасидан ўлчаб олинган геофизик сигнал (ернинг магнит майдони) дастлабки экспериментал маълумотлар сифатида олинди ва шу маълумотлар асосида тенгмас ораликларда интерполяцион кубик сплайн модели қурилди [3,13].

**Асосий қисм.** Биламизки  $f(x)$  функцияга мос келадиган ва берилган  $\{x\}_{i=0}^N$ , тугун нукталардан ўтувчи  $S(x)$  функция интерполяцион кубик сплайн деб қаралади ва қуйидаги шартларга жавоб беради [4,5,9]:

1) ҳар бир  $[x_i, x_{i+1}] (i = \overline{0, n})$  ораликда  $S(x)$  функция учинчи даражали кўпхад;

2)  $S(x)$  функциянинг биринчи ва иккинчи тартибли ҳосилалари  $[a, b]$  ораликда узликсиз бўлиши керак;

3)  $S(x_i) = f(x_i), i = \overline{0, n}$ .

Охириги шарт интерполяция шarti деб номланади ва уччала шартни қаноатлантирувчи функция интерполяцион кубик сплайн деб аталади [11,8].

Белгиланган шартлар асосида сплайн моделини қуришни кўриб чиқамиз. Сплайнларнинг

классик полиномлардан асосий кулайлик тарафи сплайнларнинг локаллигидир, яъни иккита тугун нукталарнинг оралигида қурилишидир.

Демак кубик сплайн функцияни қуришни кўриб чиқамиз.

Ҳар бир  $[x_i, x_{i+1}] (i = \overline{1, n-1})$  ораликдаги  $S(x) = S_i(x)$  функцияни учунчи даражали кўпхад кўринишида қидрамиз.

$$S_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + \frac{c_i}{2}(x - x_i)^2 + \frac{d_i}{6}(x - x_i)^3, \quad (1)$$

$$x_{i-1} \leq x \leq x_i, i = 1, 2, \dots, N,$$

Бу ерда  $a_i, b_i, c_i, d_i$  аниқланиши керак бўлган коэффициентлар. Келтирилган коэффициентларни аниқлаш қуйидагича амалга оширилади.

$$S_i'(x) = b_i + c_i(x - x_i) + \frac{d_i}{2}(x - x_i)^2,$$

$$S_i''(x) = c_i + d_i(x - x_i), \quad S_i'''(x) = d_i,$$

юқорига асосланиб коэффициентларни қуйидагича ёзиб оламиз

$$a_i = S_i(x_i), \quad b_i = S_i'(x_i), \quad c_i = S_i''(x_i), \quad d_i = S_i'''(x).$$

Биз интерполяция шартига  $S(x_i) = f(x_i), i = 1, 2, \dots, N$ , кўра,

$$a_i = f(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

коэффициентларни аниқлаймиз  $a_0 = f(x_0)$ .

Бундан ташқари, функциянинг узликсизлик шартини қуйидагича ёзиб оламиз.

$$S_i(x_i) = S_{i+1}(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, N - 1.$$

Демак,  $S(x)$  кубик сплайн учун ифодаларни ҳисобга олиб,  $i = 1, 2, \dots, N - 1$  та тенгламаларни қуйидагича кўринишда ифодаланади

$$a_i = a_{i+1} + b_{i+1}(x_i - x_{i+1}) + \frac{c_{i+1}}{2}(x_i - x_{i+1})^2 + \frac{d_{i+1}}{6}(x_i - x_{i+1})^3.$$

Агар  $h_i = x_i - x_{i-1}$  белгилаш критсак, умумий ҳолатда тенгламалар (2) кўриниши келади.

$$h_i b_i - \frac{h_i^2}{2} c_i + \frac{h_i^3}{6} d_i = f_i - f_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

энди биринчи тартибли ҳосила учун узлуксизлик шартини ёзамиз

$$S_i'(x_i) = S_{i+1}'(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, N - 1$$

юқоридаги алмаштиришлардан сўнг тергламалар (3) кўринишга келади

$$h_i c_i - \frac{d_i^2}{2} h_i = b_i - b_{i-1}, \quad i = 2, 3, \dots, N. \quad (3)$$

Иккинчи тартибли ҳосиланинг узлуксизлик шартидан (4) тенгламаларни оламиз

$$h_i d_i = c_i - c_{i-1}, \quad i = 2, 3, \dots, N. \quad (4)$$

(2) - (4) ларни бирлаштириб,  $3N$  номаълум  $b_i, c_i, d_i, i = 1, 2, \dots, N$  учун  $3N - 2$  тенгламалар

системасига эга бўламиз.

Иккита ёқолган тенгламани  $S(x)$  кубик сплайн учун у ёки бу чегара шартини ўрнатиш йўли билан олиш мумкин. Масалан,  $f(x)$  функция  $f''(a) = f''(b) = 0$  шартини қаноатлантиради дейлик. Кейин табиий равишда аниқ  $S''(a) = S''(b) = 0$ , бўлиши керак. Бу ердан биз қуйидагиларга эга бўламиз  $S_1''(x_0) = 0, S_N''(x_N) = 0$ , яни,  $c_1 - d_1 h_1 = 0, c_N = 0$ .

Эътибор берсак,  $c_1 - d_1 h_1 = 0$ , шарти (4) тенглама билан мос келади.

$i = 1$  учун, агар  $c_0 = 0$  қўйсак, шундай қилиб, кубик сплайннинг коэффициентларини аниқлаш учун ёпиқ тенгламалар тизимига келамиз:

$$h_i d_i = c_i - c_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad c_0 = c_N = 0, \quad (5)$$

$$h_i c_i - \frac{h_i^2}{2} d_i = b_i - b_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

$$h_i b_i - \frac{h_i^2}{2} c_i + \frac{h_i^3}{6} d_i = f_i - f_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (7)$$

Ушбу тизимнинг ечими борлигини кўриб чиқамиз [8,10,11,13]. Биз  $b_i, d_i, i = 1, 2, \dots, N - 1$ , (5) - (7) ўзгарувчиларни чиқариб ташлаймиз ва фақат  $c_i, i = 1, 2, \dots, N - 1$ , бўлган тизимни оламиз. Бунинг учун иккита қўшни тенгламани кўриб чиқамиз (7):

$$b_i = \frac{h_i}{2} c_i - \frac{h_i^2}{6} d_i + \frac{f_i - f_{i-1}}{h_i},$$

$$b_{i-1} = \frac{h_{i-1}}{2} c_{i-1} - \frac{h_{i-1}^2}{6} d_{i-1} + \frac{f_{i-1} - f_{i-2}}{h_{i-1}}$$

ва иккинчи тенгламани биринчи тенгламадан айрамиз.

$$b_i - b_{i-1} = \frac{1}{2}(h_i c_i - h_{i-1} c_{i-1}) -$$

$$- \frac{1}{6}(h_i^2 d_i - h_{i-1}^2 d_{i-1}) + \frac{f_i - f_{i-1}}{h_i} - \frac{f_{i-1} - f_{i-2}}{h_{i-1}}$$

Тенгликни чап тарафи  $b_i - b_{i-1}$  ўрнига (6) тенгламани алмаштирамиз, ва соддалаштирамиз

$$h_i c_i + h_{i-1} c_{i-1} - \frac{h_{i-1}^2}{3} d_{i-1} - \frac{2h_i^2}{3} d_i =$$

$$= 2\left(\frac{f_i - f_{i-1}}{h_i} - \frac{f_{i-1} - f_{i-2}}{h_{i-1}}\right). \quad (8)$$

Кейин, (5) тенгламани кўринишини қуйидагича ёзиб

$$h_i^2 d_i = h_i(c_i - c_{i-1}), \quad h_{i-1}^2 d_{i-1} = h_{i-1}(c_{i-1} - c_{i-2})$$

ва, (8) тенгламага алмаштириб соддалаштирамиз

$$h_{i-1}c_{i-2} + 2(h_{i-1} + h_i)c_{i-1} + h_i c_i = 6 \left( \frac{f_i - f_{i-1}}{h_i} - \frac{f_{i-1} - f_{i-2}}{h_{i-1}} \right).$$

Нихоят,  $c_i$  коэффициентларини аниқлаш учун биз тенгламалар системасига эгамиз.

$$h_i c_{i-1} + 2(h_i + h_{i+1})c_i + h_{i+1}c_{i+1} = 6 \left( \frac{f_{i+1} - f_i}{h_{i+1}} - \frac{f_i - f_{i-1}}{h_i} \right). \quad (9)$$

$$i = 1, 2, \dots, N, \quad c_0 = c_N = 0.:$$

Диагонал тарқалганлиги сабабли (9) тенгламалар системаси ягона ечимга эга. Системанинг матрицаси уч диагоналли бўлганлиги учун прогонка усули билан ечимни топиш осон. (9) тенгламани матрицада ифодалаш қулай бўлиши учун қуйидагича ёзиб оламиз.

$$A_i c_{i-1} + B_i c_i + C_i c_{i+1} = 6 \left( \frac{f_{i+1} - f_i}{h_{i+1}} - \frac{f_i - f_{i-1}}{h_i} \right).$$

$$\begin{bmatrix} A_1 & B_1 & C_1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_2 & B_2 & C_2 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A_3 & B_3 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & B_{n-2} & C_{n-2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & A_{n-1} & B_{n-1} & C_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & A_n & B_n & C_n & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} c_0 \\ c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ \vdots \\ c_{n-3} \\ c_{n-2} \\ c_{n-1} \\ c_n \end{bmatrix} = \frac{6}{h_{i+1}h_i} \begin{bmatrix} h_1(f_2 - f_1) - h_2(f_1 - f_0) \\ h_2(f_3 - f_2) - h_3(f_2 - f_1) \\ h_3(f_4 - f_3) - h_4(f_3 - f_2) \\ \vdots \\ h_{n-3}(f_{n-2} - f_{n-3}) - h_{n-2}(f_{n-3} - f_{n-4}) \\ h_{n-2}(f_{n-1} - f_{n-2}) - h_{n-1}(f_{n-2} - f_{n-3}) \\ h_{n-1}(f_n - f_{n-1}) - h_n(f_{n-1} - f_{n-2}) \end{bmatrix}$$

Юқоридаги матрицани ҳисоблаш орқали  $c_i$ , ( $i=1, \dots, n$ ) коэффициентларга эга бўламиз ва қолган коэффициентларни қуйидагича аниқлаймиз [4,8]

$$d_i = \frac{c_i - c_{i-1}}{h_i}, \quad b_i = \frac{h_i}{2} c_i - \frac{h_i^2}{6} d_i + \frac{f_i - f_{i-1}}{h_i}, \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, N.$$

Шундай қилиб,  $S''(a) = S''(b) = 0$  шарти билан берилган кубик сплайн моделини қуриш исботланди [3,4,8].

Интерполяцион кубик сплайн моделини қуриш 1-жадвалда келтирилган геофизик сигнални дастлабки маълумот сифатида қабул қилиб, шу асосида амалга оширилди [4,12,14].

Юқоридаги кетма-кетлик асосида 1-жадвалда берилган сигнални MATLAB дастури мухитида тенгмас ораликлар учун интерполяцион

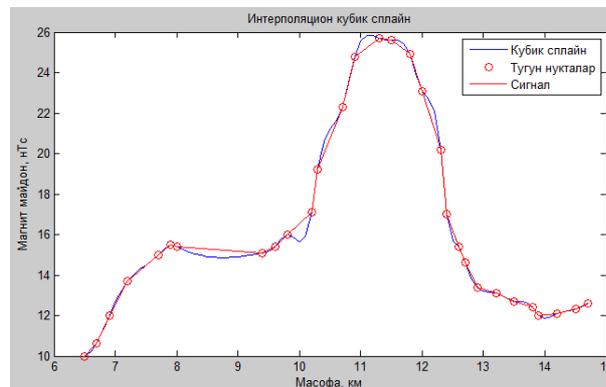
кубик сплайн қуриш дастури ишлаб чиқилди ва интерполяциялаш жараёни амалга оширилди.

Маълумки, кубик сплайн ва классик полином қуриш учун чизикли тенгламалар системасини мос равишда Прогонка ва Гаусс усуллари билан фойдаланиб ечилади [4,8,15]. Ҳар икки усул учун талаб этиладиган амаллар сони аниқланди (2-жадвал).

1-жадвал.

Тенгмас ораликларда ўлчаб олинган геофизик сигналнинг қийматлари

№	Масофа, км	Магнит майдон, нТс	№	Масофа, км	Магнит майдон, нТс
1.	6.5	10	16.	11.5	25.6
2.	6.7	10.6	17.	11.8	24.9
3.	6.9	12	18.	12	23.1
4.	7.2	13.7	19.	12.3	20.2
5.	7.7	15	20.	12.40	17
6.	7.9	15.5	21.	12.6	15.4
7.	8	15.4	22.	12.7	14.6
8.	9.4	15.1	23.	12.9	13.4
9.	9.6	15.4	24.	13.2	13.1
10.	9.8	16	25.	13.5	12.7
11.	10.2	17.1	26.	13.8	12.4
12.	10.3	19.2	27.	13.9	12
13.	10.7	22.29	28.	14.2	12.1
14.	10.9	24.79	29.	14.5	12.3
15.	11.3	25.7	30.	14.7	12.6



1- расм. Геофизик сигнални интерполяциялаш натижалари.

2-жадвал.

Чизикли тенгламалар системасини ечиш усуллари билан талаб этиладиган амаллар сони бўйича таққослаш натижалари

№	Чизикли тенгламалар системасини ечиш усуллари	Талаб этиладиган амаллар сони (n-тугун нукталар сони)	n=30
1.	Гаусс	$n^3/3$	9000 та
2.	Прогонка	$8n$	240 та

Таққослаш натижасида туғунлар сони  $n=30$  га тенг бўлганда Прогонка усулини қўллаш Гаусс усулига қараганда 37,5 марта кам амал бажарилиши аниқланди. Бу эса сигналларни рақамли ишлаш жараёнларида кубик сплайн моделларидан фойдаланиш самаралироқ эканлигини кўрсатади.

**Хулоса.** Сигналларга рақамли ишлов беришда интерполяциялаш масаласи муҳим аҳамият касб этади. Ушбу мақолада ҳам геофизик сигнални тенгмас ораликлар учун кубик сплайн модели қурилиб интерполяциялаш жараёни амалга оширилди. Натижага кўра сплайн функциялар усули сигналларни интерполяциялашда аниқлиги юқори эканлигини кўрсатди (1-расм). Кубик сплайн модели ўзининг қуйидаги имкониятларига эга эканлиги намоён бўлди:

- геофизик сигналларни интерполяциялашда объектга яхши яқинлашувчанлиги;
- моделнинг қурилиши классик полиномларга нисбатан анча соддалиги;
- сплайн параметрларини аниқлаш алгоритмини тузиш содда ва қулай эканлигини кўрсатди.

Демак магниторазведка ёрдамида нотекис ер юзасидан тенгмас ораликларда ўлчаб олинган геофизик сигналларга рақамли ишлов беришда тенгмас ораликлар учун қурилган кубик сплайн моделларидан фойдаланиш яхши самара беради.

#### Адабиётлар:

1. Баркалов К.А. Образовательный комплекс «Параллельные численные методы». Лекционные материалы. Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского Факультет вычислительной математики и кибернетики. Нижний Новгород 2011 г.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Наука, 1987.
3. Богданов В.В., Волков Ю.С. Условия формо-сохранения при интерполяции кубическими сплайнами. 2019 г.
4. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л., Методы сплайн-функций. Москва.: Наука, 1980. 352 с.
5. Зайнидинов Х.Н., Бахромов С.А., Азимов Б.Р. Биомедицина сигналларни интерполяция кубик сплайн моделини қуриш. Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари, № 4 (10), декабрь 2019, 14-17 б.

6. Мирзаев А.Е. Сплайн-функциялар асосида сигналларга рақамли ишлов бериш алгоритмлари самарадорлигини ошириш. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация. Тошкент 2019 й.

7. Огородникова О.М. Вычислительные методы в компьютерном инжиниринге, Учебное пособие, Екатеринбург УрФУ. 2013 г, 130 с.

8. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы, Москва «Наука», главная редакция Физико-математической литературы, 1989 г.

9. Кукушкин Ю.А., Майстров А.И., Богомолов А.В. методы аппроксимации ритмокардиограмм для расчета оценок спектральных показателей variability сердечного ритма. Журнал медицинская техника. 2010. № 3 (261).

10. Черкашина Ю. А. Применение кубической сплайн интерполяции в задачах прогнозирования функционального состояния здоровья детей. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Журнал Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4 (часть 5) – С. 887-890.

11. Шарый С.П. Курс вычислительных методов. Институт вычислительных технологий СО РАН Новосибирский государственный университет. Новосибирск – 2020 г.

12. Шумилов А.В. Анализ существующих и разработка новых программных комплексов обработки и интерпретации информации о геофизических исследованиях скважин. Вестник ПНИПУ Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2019. Т.19.№2. С.162-174. DOI: 10.15593/2224-9923/2019.2.6.

13. Djananjay Singh., Madhusudan Singh., Hakimjon Zaynidinov. “Signal Processing Applications Using Multidimensional Polynomial Splines”, Springer Briefs in Applied Sciences and Technology Series, Springer, Singapore, ISBN-978-981-13-2238-9. 2019.

14. Steven R.T. Cubic Interpolation with Irregularly Spaced Points. Brigham Young University BYU ScholarsArchive. August 23, 2018.

15. Tom Lyche and Knut Morken. Spline Methods Draft. Department of Informatics Centre of Mathematics for Applications University of Oslo. May 19, 2008.

## CALCULATION OF PLANE DOUBLE-BELT RADially LOCATED GUIDES FOR STRENGTH AND DEFORMABILITY, TAKING INTO ACCOUNT CHANGE IN MATERIAL PROPERTIES

**Akhmadiyrov U.S.** - PhD of department “Building and structures” at Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Uzbekistan.

Ушбу мақолада икки тасмали олдиндан зўриктирилган ҳалқасимон осма ёпмаларни доимий, вақтинчалик ҳамда тенг тақсимланган, (кичик майдончага) юқлар таъсирига ҳисоблаш усуллари келтирилган.

В статье приведены методы расчета от постоянной, временной и равномерно-распределенной, (на малом участке) нагрузкой двухпоясных предварительно-напряженных висячих покрытий кольцевого очертания.

This article provides methods of calculation of a constant, temporal and uniformly distributed, (on a small section) by loading two-zone beforehand intense trailing coverings of a ring outline.

The calculation of two-belt systems is performed by determining the forces in the belts from a given prestress. When the system is tensioned according to the expression in the belts, there are forces in the ratio

$$H_1 f_1 = H_2 f_2$$

and contact load acting on belts

$$q_0 = H_1 \frac{24f_1}{l^2} = H_2 \frac{24f_2}{l^2}$$

Calculation of the external load systems is usually carried out for a full load of the coating with constant and temporary load to identify maximum forces in the system, as well as for a constant load and partial load of the coating (often half the span) with a temporary load to identify possible system deflections and bending moments in the supporting structures round coatings, as discussed in paragraph 1.

In this case, in accordance with the recommendations of recommendation [4], the linear load on the support cable  $q$  is taken consisting of the sum of constant, temporary and prestressing loads at the design load equal to 10–15% or  $(g+p)$ :

$$q = g + p + v.$$

The efforts, strength, and deformability of the systems under study under loads (1) for various loading schemes are determined from the expressions obtained in paragraph 1.

Let us consider the calculation of flat two-belt radially located cables with allowance for the changing properties of steel. In this case, we consider prestressed belts of cable-stayed structures as threads - “strings” with small sagging arrows.

A string is a thread whose work piece length is equal to or slightly less than the distance between the supports. Thus, in the string, if it is stretched over the supports, there is always some tension, even if there is no lateral load. By tensioning the strings on the supports, you can increase the strut  $N_{\min}$  to the required value, which ensures the stability of the coating.

We derive the equation for the expansion of an elastic string having fixed supports located at the same level and pretension by force  $P$ . We use the equality

$$S_3 = \Delta S_0 + \Delta S_q = l + \frac{D}{2H^2}, \quad (2)$$

Where  $S_3$  – work piece length;  $\Delta S_0 = PS_3/EA$  – elongation of the string when tensioning on the supports, and  $S_3 + \Delta S_0 = l + \Delta S_q = \frac{H-P}{EA}l$ .

Substituting these values in expression (2), we obtain

$$\frac{H-P}{EA}l = \frac{D}{2H^2}$$

Hence the cubic equation for the expansion

$$H^2 - PH^2 = \frac{DEA}{2l}, \text{ or } H^2(l - \beta) = \frac{D}{2l} \quad (3)$$

Where  $\beta = P/H$ .

This equation can be used to find the calculated spread  $H$ , to determine the cross section  $A$ , but mainly to calculate the tensile force  $P$  required from the stability condition. Solving it with respect to  $P$ , we arrive at the expression

$$N = \frac{M}{f} - \frac{DEAf}{2lM^2} \quad (4)$$

With a uniformly distributed load, it will take the form:

$$P = \frac{ql^2}{8f} \left( 1 - \frac{64f^3 EF}{3ql^4} \right) = \frac{ql^2}{8f} \left[ l - \frac{8E}{3Rm} \left( \frac{f}{l} \right)^2 \right] \quad (5)$$

There can be three cases: if  $P > 0$ , then pretensioning is necessary, if  $P = 0$ , then when unloading, shortening, it becomes a string ( $S = 1$ ), but tension is not required, if  $P < 0$ , then the thread without load has a loose sag ( $S > 1$ ).

Note that the force  $P$  for the same values of the thrust  $H$  and the relative arrow  $f/l$  will increase with increasing ratio  $R/E$ , i.e. as the strength of the thread increases. Thus, the higher the strength, the higher the coefficient  $\beta$  can be obtained with the same thrust value, i.e., to increase the stability of the string (Table 1).

Table 1. Sag and spacing of strings depending on modulus of elasticity and design resistance,  $\beta=0$ ,  $q = \text{const}$

$R$ , kN/sm <sup>2</sup>	$N=l/f = 1.633 (E/A)^{-1/2}$ at $E_{np}$ , kH/cm <sup>2</sup>		$H=ngl/24$ at $E_{np}$ , kN/sm <sup>2</sup>	
	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$
20	17,2	12,1	2,15	1,52
40	12,1	8,5	1,52	1,07
60	9,7	7,0	1,24	0,88
80	8,64	6,1	1,08	0,76
10	7,7	5,4	0,96	0,68
120	7,0	4,7	0,88	0,62

Below are the formulas derived from equation (3) for calculating the string for strength and deformability. Knowing  $\beta$ , the spacer is determined by the formulas:

$$H = \sqrt[3]{\frac{DEA}{2(1-\beta)l}}, \text{ or } H = \sqrt{\frac{DE}{2(l-\beta)lR}}; \quad (6)$$

for uniform load they will get the form:

$$H = \sqrt[3]{\frac{q^2 l^2 EA}{24(l-\beta)}}. \quad (7)$$

Thread section

$$F = \frac{H}{mR} = \sqrt{\frac{DE}{(l-\beta)lm^3R^3}} \quad (8)$$

For a load in the form of two triangles (for a radial arrangement of threads)

$$F = \frac{ql}{2} \sqrt{\frac{E}{40(l-\beta)m^3R^3}} \quad (9)$$

Deflection in cross section xv depending on the moment  $M_x$

$$\omega_x = \sqrt[3]{\frac{2(l-\beta)M_x^3l}{DEA}} \quad (10)$$

Load sag from uniform load

$$\beta_g = P/H_g,$$

$$f = \frac{l}{4} \sqrt[3]{\frac{3(l-\beta)ql}{EA}} = \frac{l}{4} \sqrt[3]{\frac{6(l-\beta)mR}{E}} \quad (11)$$

Total vertical load curvature  $q(x)$

$$\omega'' = q \sqrt[3]{\frac{2(l-\beta)l}{DEA}}, \text{ or } \omega'' = q \sqrt[3]{\frac{2(l-\beta)mRl}{DE}} \quad (12)$$

If the load is uniform, then

$$\omega'' = \sqrt[3]{\frac{24(l-\beta)q}{EA l^2}}, \text{ or } \omega'' = \frac{2}{l} \sqrt[3]{\frac{6(l-\beta)mR}{DE}}$$

From local load  $P_m$  (in a small area)

$$\omega_m'' = \frac{P_m}{H_g} = P_m \sqrt[3]{\frac{2(l-\beta_g)l}{D_g EA}} \quad (14)$$

Where  $D_g$  – load characteristic of dead weight,

$$\beta_g = P/H_g$$

If during loading the rapprochement of the supports occurs and the thread temperature still changes, then to derive the string equation, instead of expression (2), it is necessary to use a more general equality

$$S_3 + \Delta S_0 + \Delta S_g + \Delta S_t = l - \Delta l + \frac{D}{2H^2}, \quad (15)$$

where  $\Delta S_t = \alpha l t$  – temperature extension  $\alpha$  – linear expansion coefficient;  $\Delta l = \frac{H-P}{B}$  – rapprochement of supports, and  $B$  – their elastic stiffness.

After substituting these values, equality (15) takes the form

$$\frac{H(l-\beta)l}{EA} + \alpha l t = -\frac{H(l-\beta)}{Bl} + \frac{D}{2H^2}.$$

After the transformations we get

$$H^3(l-\beta) + \alpha t^0 E_{red} A H^2 = DE_{red} F / 2l, \quad (16)$$

Where  $A_{red} = E/l + (EA/B1)$  – reduced elastic modulus, taking into account the stiffness of the supports.

At  $B = \infty, E_{np} = E$ .

At  $t^0 = 0$  equation (16) differs from expression (2) only by the reduced modulus  $E_{np}$ . This allows you to apply all the formulas, motionless supports

to a string having supports elastically movable. Then,

$$H = \sqrt{\frac{DE_{red} A}{2(l-\beta)l}} = \sqrt{\frac{DEA}{2(l-\beta)\left(l + \frac{EA}{Bl}\right)l}}$$

It should be noted that the larger the span of the string and the dead weight of the coating, the lower the pre-tension force can be. The ratio of the minimum thrust to the calculated one has the form:

$$\frac{H_{min}}{H} = \sqrt[3]{\frac{D_g(l-\beta_g)}{D(l-\beta)}} \quad (17)$$

If the loads  $g$  and  $q$  differ only in scale, then expression (17) takes the form:

$$\frac{H_{min}}{H} = \sqrt[3]{\frac{l-\beta}{l-\beta_g} \gamma^2} \quad (18)$$

Where  $\gamma = g/q$ .

For instance,

$$\text{for } \gamma = 0,5; \beta = 0,5; H_g = 0,755 H;$$

$$\text{for } \gamma = 0,3; \beta = 0,3; H_g = 0,44 H.$$

With an increase in the strength of the cables, the calculated spacing decreases to a degree of  $1/2$ , and the mass of the metal decreases to a degree of  $3/2$ , which makes string roofs cost-effective (see Table 1). The elastic approach of the supports under load can be a useful factor, allowing for the same value of the design spacing to increase the minimum spacing  $N_{min}$ , which determines the stability of the roof.

For the calculation of planar and spatial prestressed two-belt radial systems, a system of equations is obtained for symmetric and asymmetric loads.

The resulting system of equations allows us to evaluate the strength and deformability of two-belt prestressed suspension coatings, taking into account the changing properties of the material and the design features of hanging systems with large openings.

**Literature:**

1. Покровский Л.Н. О динамическом расчете радиальных вантовых систем //Строительная механика и расчет сооружений. – М.: 1973, №5. – с. 53–57.
2. Покровский Л.Н. О расчете висячих железобетонных оболочек //Сб. «Висячие покрытия» / Центральный институт научной информации по строительству и архитектуре. – М.: 1973. – с. 85–91.
3. Раззаков С.Р., Фридман Г.С. Ахмадиёров У.С. Расчет уникальных двухъярусных предварительно-напряженных висячих покрытий как двухслойных конических оболочек // Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта Ресурсосберегающие технологии в строительстве. Ташкент, 2010. –с. 27–33.
4. Рекомендации по проектированию висячих покрытий. – М.: ЦНИИСК, 1974. – 176 с.

5. Ахмадиёров У. С., Сайфиддинов Д. С. Стенды для испытания модели висячих покрытий кольцевого очертания, их элементов, схема расстановки при-

боров, режимы загруженные и нагрузки. // O'zbekiston arxitekturasi va qurilishi jurnalining 2014 yil №1 soni 47–48 b.

УДК 539.3, 699.841+624.159.14

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ СЕЙСМОДИНАМИКИ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ СЕЙСМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

Бекмирзаев Д.А., Мансурова Н.Ш.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз

Мақолада ер ости қувурининг асосий ўқиға нисбатан, ихтиёрий йўналган сейсмик кучлар таъсиридаги тўғри чизикли ер ости қувурининг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолатини баҳолаш муаммоларини ҳал этишнинг назарий ва ҳисоблаш-экспериментал тадқиқотлари келтирилган.

The theoretical and computational-experimental studies carried out in the article solve the problems of assessing the stress-strain state of underground rectilinear pipelines under seismic loads directed randomly relative to the main axes of the pipeline.

В настоящее время транспортировка энергоресурсов является одной из важнейших проблем экономики многих развитых стран мира. Бесспорно, развитие урбанизированных территорий в городах и селах требует увеличения подземного строительства [1-4].

Землетрясения причиняют ущерб зданиям, промышленным предприятиям, коммуникациям и инженерным системам жизнеобеспечения. При этом бурный рост городов и процессы урбанизации связаны с расширением строительства сетей подземных систем жизнеобеспечения.

Определение НДС подземных трубопроводов в рамках динамической теории сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений [1] может быть решено вполне точно, если известны законы движения грунта при землетрясениях и сопротивления его движению трубопровода. При расчете сооружений на сейсмостойкость используются такие варианты задания движений грунта при землетрясениях, как гармонический закон, затухающая по времени синусоида, импульс, повторный импульс и реальные записи землетрясений в виде сейсмограмм, велосиграмм и акселерограмм.

Анализ последствий сильных землетрясений показывает, что сейсмостойкость подземных сооружений зависит от направления сейсмической волны по отношению к объекту. Подземные сооружения при землетрясениях находятся под действием произвольного направления нагружения и оценка напряженно-деформированного состояния подземных трубопроводов при сложных колебаниях является актуальной и служит определению возможной сейсмической опасности [2–6].

Главной проблемой теории сейсродинамики подземных трубопроводов является вопрос моделирования взаимодействия в системе «труба – грунт». Имеются отдельные работы, в которых предлагаются различные законы взаимо-

действия сооружения с грунтом, учитывающие параметры, характеризующие процесс контактного взаимодействия твердых деформируемых тел с грунтом [1-3]. Основными параметрами, определяющими напряженное состояние систем жизнеобеспечения (подземных трубопроводов) при статических нагружениях, являются коэффициенты взаимодействия этих сооружений с окружающим грунтом.

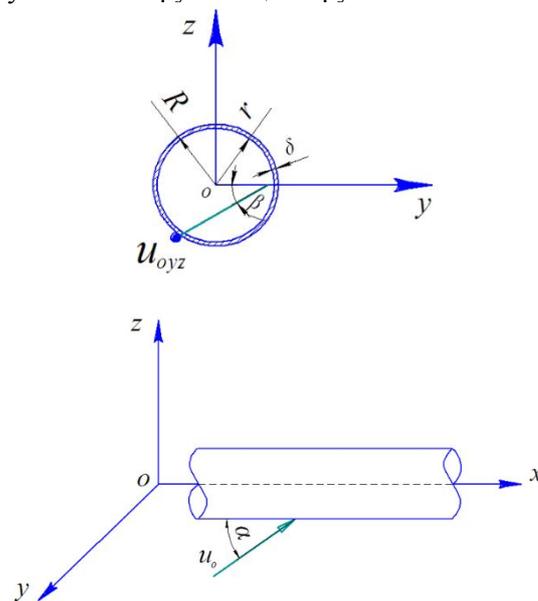


Рис. 1. Схема подземного трубопровода при произвольном направлении сейсмического нагружения.

В данной работе предлагаем подход определения напряженно-деформированного состояния трубопровода, подвергающегося воздействию произвольно направленной плоской сейсмической волны, вектор нормали к фронту которой с осью  $Ox$  составляет угол  $\alpha$ , а  $\beta$  - это угол между проекцией этого вектора на плоскость  $Oyz$  и осью  $Oy$  трубопровода.

Рассмотрим прямолинейный трубопровод, расположенный на плоскости  $Oxyz$  и взаимо-

действующий с окружающим его грунтом (рис. 1). Пусть левый и правый торцы трубопровода закреплены в грунте, а сейсмическая волна задана в виде гармонической функции с углами падения  $\alpha=45^\circ$ ,  $\beta=60^\circ$ .

Система дифференциальных уравнений для линейных участков подземных трубопроводов, взаимодействующих с грунтом, при произвольном сейсмическом воздействии, с соответствующими граничными условиями (2) на торцах и начальными условиями (3) имеет вид [4-5]:

$$M \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + A \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + B \frac{\partial U}{\partial x} + CU = CU_0; \quad (1)$$

$$F \frac{\partial U}{\partial x} + KU = KU_0; \quad (2)$$

$$U = 0, \quad \frac{\partial U}{\partial t} = 0, \quad \text{при } t=0, \quad (3)$$

где  $M, A, B, C, F, K$  – матрицы шестого порядка;  $U$  – перемещения трубопровода;  $U_0$  – заданные перемещения грунта при землетрясении в виде сейсмических волн, зависящие от времени и координат.

Векторное уравнение (1) с учетом граничных условий (2) и начальных условий (3) решается методом конечных разностей второго порядка точности. Для решения системы алгебраических уравнений разрабатываются алгоритмы компьютерной реализации, на основе которых составляются программные комплексы. Таким образом, появляется триада «модель – алгоритм – программа» рассматриваемого объекта.

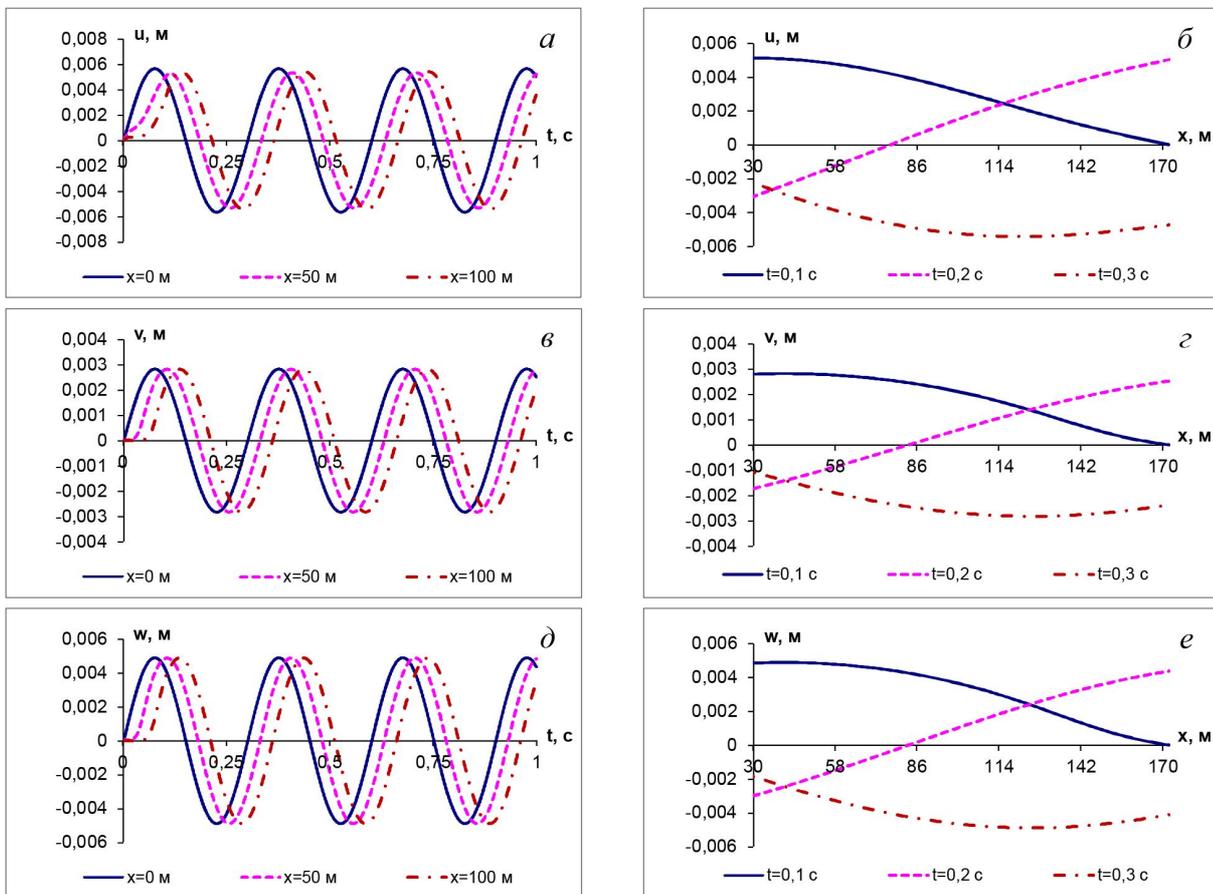


Рис. 2. Изменения значений продольного, поперечного и вертикального перемещений по времени в заданных сечениях (а, в, д) и вдоль оси подземного трубопровода при фиксированном времени (б, з, е).

Напряжения подземного трубопровода от осевой силы  $N$  и совместного действия осевой силы и момента силы  $M$  при произвольном воздействии вычисляются по следующим формулам:

$$\sigma_p = \frac{N}{F}; \quad (4)$$

$$\sigma_{y,z}^\pm = \frac{N}{F} \pm \frac{M_{y,z}}{I_{y,z}}. \quad (5)$$

Механические и геометрические параметры

подземного трубопровода и грунта выбираем в следующем виде:  $E=2 \cdot 10^5$  МПа;  $\rho=7.8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $l=170$  м;  $k_x=1.5 \cdot 10^4$  кН/м<sup>3</sup>;  $k_{y,z}=3.9 \cdot 10^4$  кН/м<sup>3</sup>;  $u_0=a_0 \cdot \sin \omega(t-x \cdot \cos \alpha / C_p) \cdot H(t-x \cdot \cos \alpha / C_p)$ ;  $u_{0x}=u_0 \cdot \cos \alpha$ ;  $u_{0y}=u_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta$ ;  $u_{0z}=u_0 \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$ ;  $a_0=0.008$  м;  $\omega=2\pi/T$ ;  $T=0.3$  с;  $C_p=600$  м/с;  $\mu_{грунт}=0.2$ ;  $\mu_{труба}=0.3$ ;  $D_H=0.5$  м;  $D_B=0.49$  м. Тогда максимальное значение ускорения заданной волны равно  $3.50$  м/с<sup>2</sup>, что соответствует 9-балльному землетрясению по шкале MSK-64.

Сейсмические движения земной коры спо-

собствуют появлению значительных горизонтальных и вертикальных деформаций грунтов и могут привести к авариям на подземных трубопроводах. Неравномерное движение земли, при землетрясении, описывается несколькими параметрами, включая пиковое ускорение, пиковую скорость, пиковое смещение, спектры реакции, продолжительность и др.

Анализируем полученные результаты. Результаты решения задачи представляются в виде графиков. На рисунке 2, а, в, д приведены изменения значений продольного, поперечного и вертикального перемещений по времени в заданных сечениях подземного трубопровода ( $x=0$  м,  $x=50$  м,  $x=100$  м), а на рисунке 2, б, г, е представлены изменения значений продольного, поперечного и вертикального перемещений вдоль оси подземного трубопровода при фиксированном времени ( $t=0.1$  с,  $t=0.2$  с,  $t=0.3$  с). На рисунке 3, представлены изменения значений сжимающего (растягивающего) напряжения по времени в заданных сечениях (а) и вдоль оси подземного трубопровода при фиксированном времени (б).

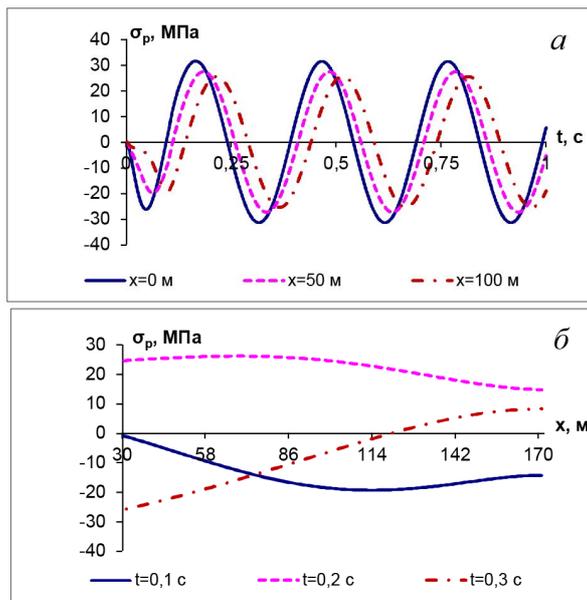


Рис. 3. Изменения значений осевого напряжений по времени (а) в заданных сечениях и вдоль оси подземного трубопровода при фиксированном времени (б).

Анализ результатов показывает, что интенсивные изменения значения продольного и поперечного и вертикального перемещений, осевой и полных напряжений происходят около заземленного конца подземного трубопровода, что и следовало ожидать. Все эти процессы дают основание полагать, что опасной зоной нагружения подземного трубопровода является область около границы, и здесь появляется возможность оценки результатов при таких нагружениях.

На рисунке 4, приведены изменения значений полного напряжения ( $\sigma_y^+$ ,  $\sigma_y^-$ ,  $\sigma_z^+$ ,  $\sigma_z^-$ ) по времени в заданных сечениях (изгиб относительно оси  $Oy$  и  $Oz$ ) подземного трубопровода.

Из результатов графиков видно, что напряженно-деформируемое состояние подземного трубопровода зависит от углов падения сейсмической волны  $\alpha$  и  $\beta$ , что и следовало ожидать. Полученные результаты являются предварительными, и одной из задач будущих исследований является проведение окончательной оценки влияния отмеченных параметров с учетом геометрических характеристик трубопроводов.

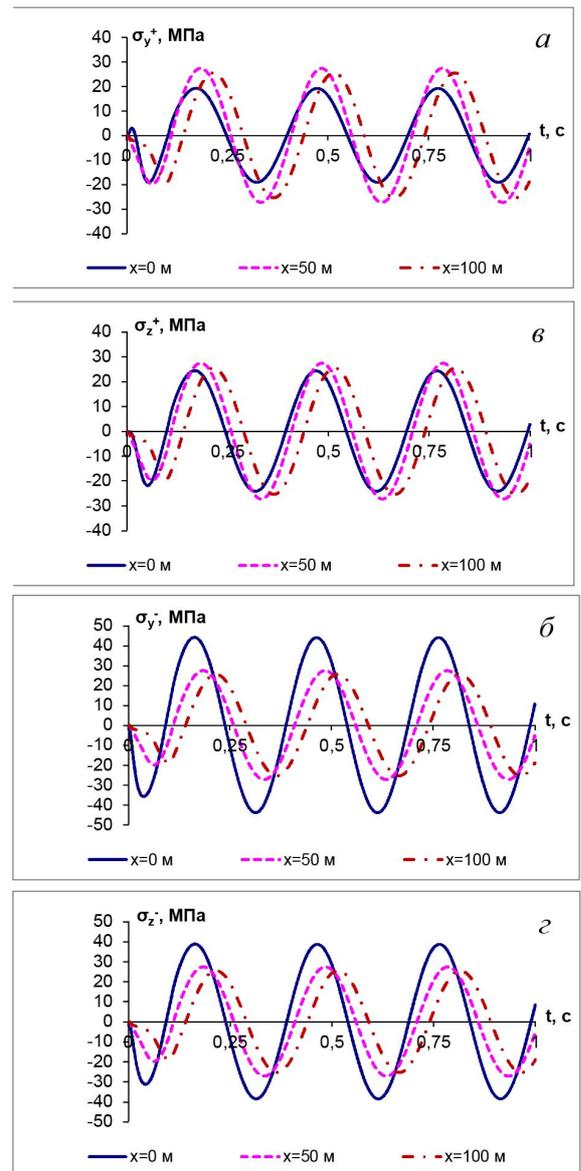


Рис. 4. Изменения значений полных напряжений ( $\sigma_y^+$ ,  $\sigma_y^-$ ,  $\sigma_z^+$ ,  $\sigma_z^-$ ) по времени в заданных сечениях подземного трубопровода.

**Выводы.** Разработанный алгоритм и программа расчета позволяют исследовать колебания трубопровода при различных видах закрепления концов и характеристик грунта. Результаты решения рассматриваемой задачи приво-

дятся в виде графиков, анализ которых показывает, что интенсивные изменения значений продольного, поперечного и вертикальных перемещений, нормального и полных напряжений, продольного и поперечных усилий происходят около заземленного конца подземного трубопровода. Те же самые явления пределяют крутящий и изгибающие моменты. Все эти выводы являются основанием для вывода, что опасной зоной нагружения подземного трубопровода является заземленный край.

Представленные результаты обеспечивают комплексный анализ прочности подземных трубопроводов при сейсмических воздействиях, реализуют системный подход к определению последствий землетрясения на НДС трубопровода и планированию инженерных мероприятий по обеспечению безопасной и надежной эксплуатации подземного трубопровода в сейсмоопасных районах.

#### Литература:

1. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмо-

УДК.624.04.

### ТАШҚИ ВА ИЧКИ БОСИМ ТАЪСИРИДАГИ ЁПИҚ ТОПОСФЕРИК ҚОБИҚЛАР УСТИВОРЛИГИ

**Утегенова Гулзор**, к.т.н., доцент. (Қорақолпоқ давлат университети Узбекистан);  
**Фозилов Темур**, магистрант(Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти)

В статье содержится систематизированное изложение вопросов численных решений дифференциальных уравнений с частными производными. На основе соотношений описываемых срединной поверхности сферы и тора в параметрической форме определены значения первой и второй квадратичных форм срединной поверхности тороидальных оболочек. Для этого класса оболочек приведены численные решения задачи о геометрическом построении поверхностей составных оболочек и их параметризации, исследованы поля потери устойчивости, найдены критические значения нагрузок и анализированы формы потери устойчивости тороидальных резервуаров.

**Ключевые слова:** срединной поверхность; параметризация поверхностей; локальные свойства поверхности; сфера; тороидальная поверхность; тороидальная оболочка; критическая нагрузка; эллипсоид; устойчивость; число волн.

Ўзининг юк кўтариш қобилияти юқорилиги ва уни барпо этиш технологияси соддалиги билан цилиндр шаклидаги юпқа қобикли конструкциялар халқ хўжалиги қурилишининг турли соҳаларда кенг қўлланиб келмоқда. Бугунги кунда икки томони сферик, конус, эллипсоид топосферик кўринишдаги қопқоқлар билан беркитилган турли хил сифимдаги цилиндрик резервуарлар газголдерлар ва силослар мавжуд бўлиб, уларнинг оптимал ечимларини топиш, конструктив ва параметрик жиҳатидан қилиш асосий муаммолардан бири бўлиб келмоқда.

Куйида бундай геометрик шаклдаги қобиксимон конструкцияларнинг топосферик турининг ички босим таъсиридаги ҳолат учун устиворлик масаласи кўриб чиқилади. Суюқлик, газ ёки сочилувчан жисмлар сақланадиган резервуар, газголдер ва силослар ичидан, паст, ўртача ва юқори босимга эга бўлган таъсир ва

стойкости сложных систем подземных сооружений. Ташкент: Фан, 1973. – 180 с.

2. Бекмирзаев Д.А. Численный метод решения сейсмодинамики подземных трубопроводов. – Ташкент: «Fan va texnologiya», 2018. – 148 с.

3. Rashidov T.R., Bekmirzaev D.A. Seismodynamics of Pipelines Interacting with Soil // Soil Mechanics and Foundation Engineering. New York. July 2015, Vol. 52, Issue 3, pp. 149-154.

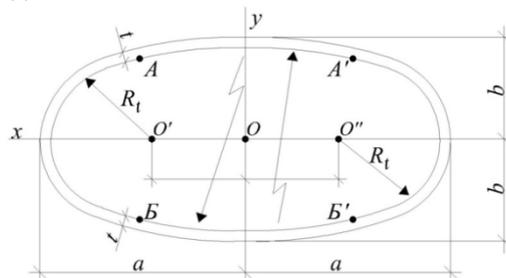
4. Rashidov T.R., Yuldashev T., Bekmirzaev D.A. Seismodynamics of underground pipelines with arbitrary direction of seismic loading // Soil Mechanics and Foundation Engineering. New York. 2018, Vol. 55, Issue 3, pp. 243-248.

5. Bekmirzaev D.A., Rashidov T.R. Mathematical Simulation and Solution of the Problem of Seismodynamics of Underground Pipelines // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2015. Issue 8. Pp. 1046-1055.

6. Bekmirzaev D.A., Kishanov R.U. Assessment of the Effect of Inertia Forces in Problems of Underground Pipeline Seismodynamics // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). 2020. Vol. 9, Issue 3, pp. 500-503.

юқларга ҳисобланади.

Қалинлиги  $t$  доимий бўлган топосферик қобик (1-расм)  $2b$  баландлик оралиғида  $x-x$  горизонтал ўқ атрофида айланишидан ҳосил бўлади.



1-расм. Бу ерда  $R_t$  - сегмент радиуси

Топосферик қобикнинг  $AA'$  ва  $BB'$  кесмалари орасидаги сегментдан иборат.  $AB$  ва  $A'B'$  кесмалари оралиғи радиуси  $R_t$  бўлган тороидал

эгри чизикдан иборат. Бир-бирига симметрик жойлашган тородиалэгри чизиклар радиус марказлари  $O'$  ва  $O''$  орасидаги масофани  $R_0$  деб қабул қиламиз.

Сфера ва тородиал параметрик шаклга эга бўлган қобик ҳам горизонтал  $x-x$ , ҳам вертикал  $y-y$  ўқ корга нисбатан симметрик кўринишга эга бўлиб, сиртларни ташкил этувчи тенгламаларни қуйидагича белгилаймиз.

*Сферик сирт учун:*

$$\begin{aligned} x &= R_0 \cos x^2 \cos x^1; y = R_0 \cos x^2 \sin x^1; \\ z &= R_s \sin x^2 \end{aligned} \quad (1)$$

*Тородиал сирт учун:*

$$\begin{aligned} x &= (R_0 + R_t \cdot \cos x^2) \cdot \cos x^1; \\ y &= (R_0 + R_t \cdot \cos x^2) \cdot \sin x^1; \\ z &= kR_t \cdot \sin x^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Бу ерда  $x^1, x^2$  - қобик сирти учун мос равишда  $x$  ўқи атрофида айланиш йўналиши ва ўқ қирқими йўналишлар бўйича йўналган координаталари.

Юкорида келтирилган (1), (2) боғланишлар асосида биринчи ва иккинчи турдаги қобиксимон сиртларнинг ўртача квадратик формаси учун қийматлари аниқланади.

Бу коэффициент ва Кристоффел аниқлаган тимсолларни биринчи ва иккинчи турдаги қобиксимон сиртлар учун тегишли бўлган қийматларни  $x, y, z$  ўқларига нисбатан  $x^1, x^2$  ўзгарувчи асосида аниқлаймиз.

*Сферик сиртлар учун:*

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial x^1} &= 0; \frac{\partial y}{\partial x^1} = R_0 \cos x^2; \frac{\partial z}{\partial x^1} = 0 \\ \frac{\partial x}{\partial x^2} &= -R_s \sin x^2 D; \frac{\partial y}{\partial x^2} = 0; \frac{\partial z}{\partial x^2} = R_0 \cos x^2 D \\ \frac{\partial^2 x}{\partial (x^1)^2} &= -R_s \cos(x^2); \frac{\partial^2 y}{\partial (x^1)^2} = 0; \frac{\partial^2 z}{\partial (x^1)^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 x}{\partial (x^2)^2} &= 0; \frac{\partial^2 y}{\partial (x^2)^2} = 0; \frac{\partial^2 z}{\partial (x^2)^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 x}{\partial x^1 \partial x^2} &= 0; \frac{\partial^2 y}{\partial x^1 \partial x^2} = -R_s \sin(x^2) D; \frac{\partial^2 z}{\partial x^1 \partial x^2} = 0 \end{aligned} \right\} (3)$$

*Тородиал сирт учун*

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial x^1} &= 0; \frac{\partial y}{\partial x^1} = R_0 + R_t \cos x^2; \frac{\partial z}{\partial x^1} = 0 \\ \frac{\partial x}{\partial x^2} &= -R_t \sin x^2 D; \frac{\partial y}{\partial x^2} = 0; \frac{\partial z}{\partial x^2} = kR_t \cos x^2 D \\ \frac{\partial^2 x}{\partial (x^1)^2} &= -R_0 + R_t \cos x^2; \frac{\partial^2 y}{\partial (x^1)^2} = 0; \frac{\partial^2 z}{\partial (x^1)^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 x}{\partial (x^2)^2} &= 0; \frac{\partial^2 y}{\partial (x^2)^2} = 0; \frac{\partial^2 z}{\partial (x^2)^2} = -kR_t \sin x^2 \\ \frac{\partial^2 x}{\partial x^1 \partial x^2} &= 0; \frac{\partial^2 y}{\partial x^1 \partial x^2} = -R_t \sin x^2 D; \frac{\partial^2 z}{\partial x^1 \partial x^2} = 0 \end{aligned} \right\} (4)$$

бу ерда  $D = x^2$  координаталар ўқи йўналиши

бўйича бўлақлар қиймати.

Топосферик қобиклар устуворлиги икки сферик ва тородиал турлар бўйича икки ҳолатда қилинади.

Биринчи ҳолат бўйича сферик сиртнинг радиуси  $R_s$  ва қобик баландлиги  $2b$  айланиш ўқи йўналиши бўйлаб ўзгармайди,  $R_t, R_0$  ва бурчак  $\gamma_t$  геометрик параметрлари ўзгариб бориб тородиал белбоғли қобикни ҳосил қилади.

Иккинчи ҳолатда эса  $R_t, R_0$  геометрик параметрлар ўзгармас деб қабул қилинади ва  $R_s$  ҳамда қобик баландлиги  $2b$  маълум кетма-кетликда ўзгариб боради. Ҳар икки ҳолатда тородиал ва сферик сиртлардан ташкил топган қобик сиртлар бир-бири билан туташган кесимларда бир хил эгри чизиклар билан бирлашган деб қабул қилинади.

Тородиал ва сферик сиртлардан ташкил топган торосферик қобикнинг геометрик параметрлари аниқ бир нисбатларда қабул қилинади, ҳосил бўлган торосфералар ўқ чизигига нисбатан эллипсоид шаклидаги қобикларнинг шунга ўхшаш геометрик параметрларидан кам фарқ қилади.

Бундан мақсад, торосферик ва эллипсоидсимон қобиклар учун критик куч қийматларини таққослаш ва натижани қилиб, соддалаштиришдан иборат.

Шу боисдан, торосферик қобик ўрта чизигига нисбатан баландлиги қуйидаги кўринишда аниқланади:

$$b = R_0 - (R_0 - R_t) \sin \gamma_t \quad (5)$$

ва торосферик қобикнинг эллиптиклик шарти  $K_{\text{усл}} = b/a$  нисбатанда танланади. Бундан

$$a = K_{\text{усл}} \cdot b, \text{ бу ерда } \gamma_t = \arccos \left( \frac{R_0 - R_t}{R_s - R_t} \right).$$

$$a = R_0 + R_t.$$

Х.М. Муштарининг эллипсимон қобиклар учун ташқи ва ички босимнинг критик қийматларини аниқлаш учун таклиф этган формулаларини танлаймиз.

*ташқи босим учун*

$$q_{\text{кр}} = 1,21 \frac{Et^2 b^2}{a^4}; \text{ бунда } (a > b) \quad (6)$$

$$\text{ички босим учун } q_{\text{кр}} = 1,21 \frac{Et^2}{a^2 - 2b^2} \quad (7).$$

Масалан ташқи босим учун  $R_s/t = 200$ ;  $b/t = 26,80$  бўлганда, қобик қалинлиги  $t=1$  см деб қабул қилсак  $R_s = 200 \cdot t = 200 \cdot 1 = 200$  см ва  $b = 26,80 \cdot 1 = 26,8$  см қийматларига эга бўламиз.  $R_t/t = 200$  бўлганда  $R_0 = 489,8 \cdot t = 489,8$  см. Қобик узунлиги  $a = R_0 + R_t = 489,9 + 200 = 689,9$  см бўлади.

Амалиётда пўлатдан тайёрланган турли хил сифимга эга бўлган қобиклар кўп учрайди. Шу боисдан торосферик қобик ичидан ва ташқи сиртдан таъсир этадиган критик кучлар

қиймати:

пўлат учун эластиклик модули  
 $E = 2,06 \cdot 10^4$  МПа бўлганда:

ички босим учун

$$q_{кр} = 1,21 \frac{E \cdot t^2}{a^2 - 2b^2} =$$

$$1,21 \frac{2,06 \cdot 10^4 \cdot 1^2}{689,9^2 - 2 \cdot 26,8^2} = 0,0525$$

ташқи босим учун

$$q_{кр} = 1,21 \frac{E \cdot t^2 \cdot b^2}{a^4} =$$

$$= 1,21 \frac{2,06 \cdot 10^4 \cdot 1^2 \cdot 26,8^2}{689,9^4} = 7,903 \cdot 10^{-5}$$

Тородиал ва сферик қобиклардан ташкил топган турли хил сиғимга эга бўлган конструкциялар учун критик куч қийматлари 1, 2, 3 – жадвалларда келтирилган.

1-жадвал

Геометрик параметрлар		Ташқи босим (юк)нинг критик қийматлари, $10^6$					Локал шаклидаги пачакланиш жойлари				
$\frac{R_s}{t}$	$\frac{b}{t}$	$\frac{q_{кр}}{E(n)}$	$\frac{q_s}{E}$	$\frac{q_x}{E(n)}$	$\frac{q_y}{E}$	$\frac{q_z}{E}$					
200	26,80	15,40 (3)	30,25	22,99 (3)	38,40	20,0	Сферик сирт				
100	36,75	69,20 (7)	121,0	94,38 (7)	72,20	70,78					
90	40,00	87,07 (8)	148,8	116,2	3 (8)	85,54		99,23			
80	45,85	119,8	189,0	148,4	109,9	164,1		2 (14)	4	(10)	5

2-жадвал

Геометрик параметрлар		Ташқи босим (юк)нинг критик қийматлари, $10^6$				Локал шаклидаги пачакланиш жойлари
$\frac{R_s}{t}$	$\frac{b}{t}$	$\frac{q_{кр}}{E(n)}$	$\frac{q_s}{E}$	$\frac{q_y}{E}$	$\frac{q_z}{E}$	
2000	268	0,151 (15)	0,302	0,384	0,200	Сферик сирт
1000	367,5	0,692 (25)	1,210	0,722	0,707	
900	400	1,205 (35)	1,488	0,855	0,992	
800	458,5	1,148 (35)	1,890	1,099	1,640	

3-жадвал

Геометрик параметрлар		Ташқи босим (юк)нинг критик қийматлари, $10^6$			Локал шаклидаги пачакланиш жойлари
$\frac{R_s}{t}$	$\frac{b}{t}$	$\frac{q_{кр}}{E(n)}$	$\frac{q_y}{E}$	$\frac{q_z}{E}$	
2000	268	1,695 (67)	3,642	1,897	Тородиал ва сферик қобик бирлашган чокда
1000	367,5	4,809 (72)	5,882	5,766	Тородиал сиртда
900	400	5,625	7,765	9,008	

		(82)			
800	458,5	6,325 (90)	18,759	27,999	

**Хулоса**, лар шуни кўрсатадики, эллипсимон қобиклар сиртидан критик босим остида қобикнинг қарама-қарши томонларидаги кутбларида маҳаллий пачакланиш ҳолатлари пайдо бўлади.

Эллипсоидсимон қобикларнинг вертикал ва горизонтал ўқлари томонида турган кутбларининг бош эгриликлари бир хил бўлганлиги сабабли, сферик қобикларга яқин бўлгани учун, критик босим ҳам сферик қобикларга бўлгани каби аниқланади.  $R_t < R_s$  бўлганда торосферик қобикнинг горизонтал ўқининг ҳар иккала учида турган кутблари ички критик босим қийматидан ошиши билан босим қиймати  $a > \sqrt{2b}$  бўлганда қобикнинг экватор чизиғи ҳудудида халқасимон сиқувки зўриқиш вужудга келади. Бундай зўриқиш натижасида айнан шу ҳудудда қобик ўз устуворлигини йўқотади. Шу боисдан эллипсоидсимон қобик х-х ўқи учларидаги кутбларининг сферик сирт билан туташган кесими таянч элементга бикир қилиб маҳкамланиши лозим.

Торосферик қобик горизонтал ўқ (х-х) и бўйлаб (у-у) ўқининг  $\Delta a$  бўлақларининг  $0 \leq x^2 \leq \frac{\pi}{2}$ , кесимларида қобикнинг умумий ва маҳаллий устуворлиги қилиб чиқилди.

Ишончилигини таъминлаш мақсадида  $x^2$  координатаси бўйлаб таъсир этувчи ички ва ташқи босим. Маълум бир  $\Delta q$  интервал ораликларида ўрганилиб критик босим қийматлари аниқланиши мумкин.

Торосферик шаклдаги қобикнинг геометрик параметрлари  $R_0/t = 48,98$  ва  $R_t/t = 20,0$  бўлиб, қобик сиртидан ташқи босим таъсир этганда  $R_0/t$  қиймати камайиб бориши билан критик куч қиймати ва қобик сиртида ҳосил бўладиган вертикал кесимлардаги тўлқинсимон халқалар сони ( $n$ ) ортиб боради. Сферик сирт радиуси  $R_0$  ва қобик баландлиги  $2b$  кичрайиб бориши билан ҳам критик куч қиймати ва қобик сиртида ҳосил бўладиган халқасимон тўлқинлар сони ҳам ортиб боради. Олинган назарий ва амалий натижаларига кўра торосферик қобиклар маҳаллий устуворлигини йўқотган кесимлари пўлатлар билан кучайтириш керак.

Геометрик параметрлари  $R_0/t = 48,98$  ва  $R_t/t = 20,0$  бўлган торосферик қобикга ички босим таъсир этганда сферик сирт радиуси  $R_s$  камайиши ва баландликнинг  $b$  қиймати ортиши билан торосферик сиртнинг х-х ўқи бўйича кутблари торайиб критик куч қиймати ва тўлқинлар сони ( $n$ ) ортади.

Торосферик қобикларда ҳосил бўладиган

бундай кучланганлик ҳолатининг характерли томони шундан иборатки, қобикка таъсир этувчи ташқи критик босим сезиларли даражада катта қийматга эга бўлади.

#### Адабиётлар:

1. Бушнелл Д. Симметричное и несимметричное выпучивание эксцентрично подкреплённых оболочек вращения при конечных прогибах// Ракет. техника и космонавтика. -1967. -Т.5. -№8. -с.95-104.
2. Гайдайчук В.В., Гонулак Е.А., Гуляев В.И. Нелинейная устойчивость тороидальных оболочек переменной толщины при действии внешних давления// Изв. АН СССР. Сер. Механика твёрдого тела. - 1978. -№3. -с.107-113.
3. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек. - 2-е изд., испр. И доп. - М.: наука, 1976. -512с.
4. Григолюк Э.И., Кабанов В.В. Устойчивость оболочек. - М.: наука, 1978, -359 с.
5. Гуляев В.И., Бажеков В.А., Гоцуляк Е.А. Устойчивость нелинейных механических систем. -

Львов: Выша ик., 1982. - 154с.

6. Михайленко В.Е., Обухова В.С., Подгорный А.Л. Формирование оболочек в архитектуре. -К.: Будівельник: 1972. -206с.
7. Мяченков В.И., Григорьев И.В. Расчет составных оболочечных конструкций на ЭВМ: Справ. - М.: Машиностроение, 1981. -216с.
8. Паймушин В.Н. К задаче параметризации срединной поверхности оболочек сложной геометрии// Прочность и жесткость сложных систем. - К.: Наук. Думка, 1970. с. 78-84.
9. Фиников С.П. Теория поверхностей. -М.: Л.: ОНТИ, 1934. -200с.
10. Ory H., Wilerck E. Stress and stiffness calculation of Thin-Walled Curved Pipes with Reallstil Boundary Conditions Being Loaded in Plane of Curvature// Int. J. Pressure Vessels Pipes. - 1983. - Vol.12. - №3. -P.167-198.
11. Қосимов Т.Қ. Варақли пўлат конструкциялар.
12. ШНҚ 2.03.05-13. Пўлат конструкциялар лойиҳалаш меъёрлари. Тошкент 2013. 174 бет.

UDK 539.3

### BO'YLAMA HARAKATDAGI YUPQA DEVORLI SILINDRIK QOBIQNING BURALMA TEBRANISHLARI.

Abdurazzoqov J.N., doktorant, Otaqulov A.A., o'qituvchi; Xoliqov D.SH., doktorant Samarqand davlat arxitektura-qurulish instituti

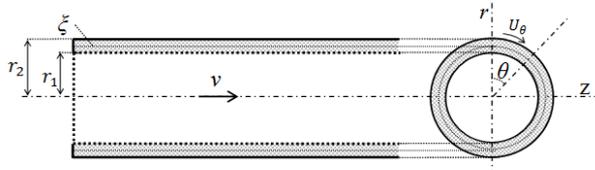
The article is based on a mathematical solution and an exact solution, as well as the movement of elastic cylindrical shells during rotational motion.

**Key words:** cylindrical shell, tension, deformation, vibration, displacement.

В основе статьи лежит математическое решение и точное решение, а также движение упругих цилиндрических оболочек при вращательном движении. Ключевые слова: Цилиндрическая оболочка, растяжение, деформация, вибрация, смещение.

Yupqa devorli qobiqlarning klassik va S.P.Timoshenko [1,3,5] tipidagi aniqlashtirilgan nazariyalarida elastik va qovushoq-elastik sistemalarning taqribiy tenglamalari, bu sistemalarni turli dinamik yuklanishlarga hisoblashda oxir-oqibat noaniqlik va xatolarga olib keluvchi fizik yoki geometrik xarakterdagi gipoteza va farazlarga asoslangan holda keltirib chiqarilgan.

Mazkur ishda bo'ylama harakatdagi yupqa devorli elastik silindrik qobiqning buralma tebranish tenglamalari [5,6,7] tadqiqot ishlarida qo'llanilgan usullar asosida ishlab chiqilgan.



1-chizma

Bo'ylama yo'nalishda vaqt davomida o'zgaruvchi  $v$  tezlik bilan harakatlanuvchi, ichki radiusi  $r_1$  va tashqi radiusi  $r_2$  bo'lgan yupqa devorli elastik

silindrik qobiqning buralma tebranishlarini qaraymiz. (1-chizma). Silindrik qobiqning bunday tebranishlarini  $(r, \theta, z)$  silindrik koordinatalar sistemasida o'rganamiz.

Biz o'qqa nisbatan simmetrik bo'lgan buralma tebranishlarni qarayotganimiz uchun masala burchakning o'zgarishidan bog'liq emas, shuningdek faqat  $U_\theta(r, z, t)$  ko'chish,  $\sigma_{r\theta}(r, z, t)$  va  $\sigma_{z\theta}(r, z, t)$  kuchlanishlarni noldan farqli deb hisoblaymiz.

Elastik silindrik qobiqdagi ko'chishni  $\psi_1$ -potensial funksiya orqali quyidagicha ifodalaymiz [7]:

$$U_\theta = -\frac{\partial \psi_1}{\partial r} \quad (1)$$

U holda elastik jism uchun kuchlanishlarni potensial funksiya orqali ifodalab quyidagi ko'rinishga keltirib yozish mumkin:

$$\sigma_{r\theta} = -\mu r \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) \psi_1; \quad \sigma_{z\theta} = -\mu \frac{\partial^2}{\partial r \partial z} \psi_1 \quad (2)$$

bu yerda  $\mu$ -Lame koeffitsienti.

O'qi yo'nalishda harakatlanuvchi qobiqning harakat tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozamiz [9]:

$$\frac{\partial \sigma_{r\theta}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{z\theta}}{\partial z} + \frac{2}{r} \sigma_{r\theta} = \rho \left( \frac{\partial^2 U_\theta}{\partial t^2} + \frac{\partial v}{\partial t} \frac{\partial U_\theta}{\partial t} + 2v \frac{\partial^2 U_\theta}{\partial t \partial z} + v^2 \frac{\partial^2 U_\theta}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

bu yerda  $\rho$ - qobiq materialining zichligi,  $v$  - qobiqning o'z o'qi yo'nalishida absolyut qattiq jism kabi harakatlanish tezligi.

Agar (1) va (2) munosabatlarni (3) harakat tenglamasida hisobga olsak, soddalashtirishlardan so'ng quyidagiga ega bo'lamiz

$$-\frac{\partial}{\partial r} \left[ \mu \left( \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} \right) - \rho \left( \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial t^2} + \frac{\partial v}{\partial t} \frac{\partial \psi_1}{\partial t} + 2v \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial t \partial z} + v^2 \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} \right) \right] = 0 \quad (4)$$

(4) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\partial^2 \psi_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_1}{\partial r} + \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} = \frac{\rho}{\mu} \left( \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial t^2} + \frac{\partial v}{\partial t} \frac{\partial \psi_1}{\partial t} + 2v \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial t \partial z} + v^2 \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial z^2} \right) \quad (5)$$

(5) ni yechish uchun izlanayotgan funksiyani quyidagi ko'rinishdagi integral almashtirishdan foydalanamiz [4]

$$\zeta(r, z, t) = \int_{(l_1)} \int_{(l_2)} \tilde{\zeta}(r, p, k) e^{pt+kz} dp dk, \quad (6)$$

bunda  $l_1$  va  $l_2 - p$  va  $k$  kompleks tekislikdagi chegaralanmagan ochiq konturlar.

(6) almashtirishni (5) ga qo'llaymiz va quyidagi Bessel tenglamasiga ega bo'lamiz.

$$\left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \beta^2 \right) \tilde{\psi}_1 = 0. \quad (7)$$

bu yerda  $\beta^2 = \frac{\rho}{\mu} (p^2 + ik + 2vpk + v^2 k^2) - k^2$ .

U holda harakatning (7) almashtirilgan tenglamasining  $r=0$  va  $r \rightarrow \infty$  bo'lganda chegaralangan umumiy yechimi quyidagiga teng [2]:

$$\tilde{\psi}_1(r) = C_1 I_0(\beta r) + C_2 K_0(\beta r). \quad (8)$$

bunda  $I_0, K_0$  - modifikatsiyalangan Bessel va Makdonald funksiyalari;  $C_1$  va  $C_2$  - integrallash o'zgarmaslari.

Faraz qilaylik, silindrik qobiqning buralma tebranishlari uning  $r=r_1$  dagi ichki sirtiga va  $r=r_2$  dagi tashqi sirtiga ta'sir etuvchi  $f_{r\theta}^{(1)}(z, t)$  ichki va  $f_{r\theta}^{(2)}(z, t)$  tashqi kuchlar ta'sirida yuzaga kelsin. U holda quyidagi dinamik shartlar o'rinli

bo'ladi:

a)  $r = r_1$  da  $\sigma_{r\theta}(r_1, z, t) = f_{r\theta}^{(1)}(z, t), \sigma_{z\theta}(r_1, z, t) = 0. \quad (9)$

b)  $r = r_2$  da  $\sigma_{r\theta}(r_2, z, t) = f_{r\theta}^{(2)}(z, t), \sigma_{z\theta}(r_2, z, t) = 0. \quad (10)$

Endi  $U_\theta$  ko'chishni ham (6) ko'rinishda ifodalab almashtirilgan  $\tilde{U}_\theta$  funksiya uchun (8) yechimni (1) ga qo'yib,

$$\tilde{U}_\theta(r) = -\beta [C_1 I_1(\beta r) - C_2 K_1(\beta r)] \quad (11)$$

ifodani olamiz.

(11) da birinchi tartibli  $I_1$  va  $K_1$  Bessel funksiyalarini  $r$  radial koordinataning darajalari bo'yicha qatorlarga yoyamiz va quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\tilde{U}_\theta(r) = C_2 \frac{1}{r} - \sum_{n=0}^{\infty} \left[ C_1 - C_2 \left( \ln \frac{\beta \xi}{2} - \psi(1) - \frac{1}{2} \right) - C_2 \eta_{1,n}(r) \right] \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \beta^{2n+2} \quad (12)$$

bu yerda  $\eta_{1,n}(r) = \ln \frac{r}{\xi} + \frac{n}{2(n+1)} - \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}$ .

Izlanayotgan miqdorlar sifatida [7]

$$\xi = \frac{r_1}{2} \left\{ \chi - \frac{r_1}{r_2} \right\} \quad (13)$$

(1-chizma) da ko'rsatilgan qobiqning formula bilan aniqlanuvchi biror "oralik" sirti nuqtalaridagi ko'chish va kuchlanishlarni qabul qilamiz, bu yerda  $\chi$  koeffitsient

$$2 + \frac{r_1}{r_2} \leq \chi \leq 2 \frac{r_2}{r_1} + \frac{r_1}{r_2}, \quad (14)$$

tengsizlikni qanoatlantiradi.

Endi (12) ifodadan  $n=0$  da va  $r=\xi$  bo'lganda  $C_1, C_2$  o'zgarmaslarni ko'chishning bosh qiymatlari bilan ifodalab olamiz.

$$U_{\theta,1}^{(0)} = \frac{1}{\xi} C_2, \quad U_{\theta,0}^{(0)} = -\frac{1}{2} \beta^2 \left\{ C_1 - C_2 \left[ \ln \frac{\beta \xi}{2} - \psi(1) - \frac{1}{2} \right] \right\}. \quad (15)$$

Bu yerda

$$C_2 = \xi U_{\theta,1}(p, k), \quad C_1 = -\frac{2}{\beta^2} U_{\theta,0}(p, k) + \xi \left( \ln \frac{\beta \xi}{2} - \psi(1) - \frac{1}{2} \right) U_{\theta,1}(p, k) \quad (16)$$

U holda  $n=0$  va  $r=\xi$  bo'lganda (16) ni (12) ga qo'yib, soddalashtirishlardan keyin quyidagi ifodani hosil qilamiz

$$\tilde{U}_\theta(\xi) = U_{\theta,1}^{(0)} + \xi U_{\theta,0}^{(0)} \quad (17)$$

Bu yerda kiritilgan  $U_{\theta,1}^{(0)}$  funksiya ko'chish o'lchoviga,  $U_{\theta,0}^{(0)}$  funksiya esa deformatsiya o'lchoviga ega ekanligi kelib chiqadi.

Keltirilgan (17) ifoda masalaning aniq matematik qo'yilishi va uning aniq yechimiga asoslanib olingan. O'qqa nisbatan simmetrik tebranishlarda silindrik qobiqlar uchun muhandislik nuqtai nazari asosida olingan ko'chishning shunga o'xshash ifodalari [7] ishda qo'llanilgan.

(16) ni (12) ga qo'yib almashtirilgan  $\tilde{U}_\theta$  ko'chish uchun quyidagi ifodani yozamiz:

$$\begin{aligned} \tilde{U}_\theta(r, p, k) = & 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \beta^{2n} U_{\theta,0}(p, k) + \\ & \xi \left( \frac{1}{r} + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{1,n}(r) \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \beta^{2n+2} \right) U_{\theta,1}(p, k). \end{aligned} \quad (18)$$

(2) da ham (6) almashtirishni qo'llab, (8) yechimni olib kelib qo'ysak va  $r$  bo'yicha qatorga yoyib (16) ni hisobga olsak, almashtirilgan  $\tilde{\sigma}_{r\theta}$  va  $\tilde{\sigma}_{z\theta}$  kuchlanishlarning ifodalarini hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\mu} \tilde{\sigma}_{r\theta}(r, p, k) = & 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \beta^{2n+2} U_{\theta,0}(p, k) + \\ & \xi \left[ \frac{1}{2} \left( \beta^2 - \frac{4}{r^2} \right) + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{2,n}(r) \frac{(r/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \beta^{2n+4} \right] \times \\ & \times U_{\theta,1}(p, k) \end{aligned} \quad (19)$$

bu yerda

$$\eta_{2,n}(r) = \ln \frac{r}{\xi} + \frac{n^2 + n - 1}{2(n+1)(n+2)} - \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}.$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{\mu} \tilde{\sigma}_{z\theta}(r, p, k) = & \left( 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \beta^{2n} U_{\theta,0}(p, k) + \right. \\ & \left. + k \left( \frac{1}{r} + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{1,n}(r) \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \beta^{2n+2} \right) \times \right. \\ & \left. \times U_{\theta,1}(p, k) \right) \end{aligned} \quad (20)$$

Nihoyat hosil qilingan (18), (19), (20) ifodalarda  $p$  va  $k$  parametrlar bo'yicha teskari almashtirishlar olsak,

$$\begin{aligned} U_\theta(r_i, z, t) = & c_1(r_i) U_{\theta,0}(z, t) + \xi c_2(r_i) U_{\theta,1}(z, t). \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{r\theta}(r_i, z, t) = & \mu (c_3(r_i) U_{\theta,0}(z, t) + \xi c_4(r_i) U_{\theta,1}(z, t)). \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{z\theta}(r_i, z, t) = & \mu \left( c_1(r_i) \frac{\partial}{\partial z} U_{\theta,0}(z, t) + \xi c_2(r_i) \frac{\partial}{\partial z} U_{\theta,1}(z, t) \right) \end{aligned} \quad (23)$$

ifodalarga ega bo'lamiz. Bu yerda

$$\begin{aligned} c_1(r_i) = & 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r_i/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \lambda^n; \\ c_2(r_i) = & \frac{1}{r_i} + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{1,n}(r_i) \frac{(r_i/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \lambda^{n+1}; \\ c_3(r_i) = & 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r_i/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \lambda^{n+1}; \\ c_4(r_i) = & \frac{1}{2} \left( \lambda - \frac{4}{r_i^2} \right) + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{2,n}(r_i) \frac{(r_i/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \lambda^{n+2}, \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \lambda^n = & \left[ \frac{\rho}{\mu} \left( \frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial v}{\partial t} \frac{\partial}{\partial t} + 2v \frac{\partial^2}{\partial t \partial z} + v^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right]^n, \\ & (n = 0, 1, 2, \dots). \end{aligned}$$

(22) ifodani (9), (10) chegaraviy shartlarga qo'yib quyidagi tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\begin{cases} c_3(r_1) U_{\theta,0}(z, t) + \xi c_4(r_1) U_{\theta,1}(z, t) = \frac{1}{\mu} f_{r\theta}^{(1)}(z, t) \\ c_3(r_2) U_{\theta,0}(z, t) + \xi c_4(r_2) U_{\theta,1}(z, t) = \frac{1}{\mu} f_{r\theta}^{(2)}(z, t) \end{cases} \quad (25)$$

Ushbu (25) sistemadagi tenglamalar elastik silindrik qobiq "oralik" sirti nuqtalarining ko'chishlari bosh qismlariga nisbatan  $c_3(r_i), c_4(r_i), \lambda^n$ -operatorlardan bog'liq bo'lgan bo'ylama harakatdagi silindrik qobiq buralma tebranishlarining umumiy tenglamalarini ifodalaydi. Bu tenglamalar o'zlarining o'ng qismlarida qobiq ichki va tashqi sirtlariga qo'yilgan kuchlarni to'g'ri hisobga oladi.

Bundan tashqari (25) tenglamalar sistemasi  $z$  koordinata va  $t$  vaqt bo'yicha ixtiyoriy tartibdagi hosilalarni o'z ichiga oladi. Shuning uchun uni amaliy masalalarda qo'llashda tenglamalardagi hadlar sonini cheklash zarur.

Agar qobiqning  $h$ -qalinligi yetarli darajada kichik, ya'ni  $h/\xi = 0.1$  bo'lsa qobiq yupqa devorli qobiq hisoblanadi [7]. U holda hisoblashlarda

$$\ln \frac{r_1}{\xi} \rightarrow 0 \quad \text{va} \quad \ln \frac{r_2}{\xi} \rightarrow 0$$

bo'ladi.

(25) tenglamalar sistemasini bir-biriga nisbatan yechib quyidagi tenglamalarni hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} [c_3(r_1) c_4(r_2) - c_3(r_2) c_4(r_1)] U_{\theta,0}(z, t) = \\ = \frac{1}{\mu} (c_4(r_2) f_{r\theta}^{(1)}(z, t) - c_4(r_1) f_{r\theta}^{(2)}(z, t)) \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} & \xi [c_3(r_2)c_4(r_1) - c_3(r_1)c_4(r_2)]U_{0,1}(z,t) = \\ & = \frac{1}{\mu} (c_3(r_2)f_{r,\theta}^{(1)}(z,t) - c_3(r_1)f_{r,\theta}^{(2)}(z,t)) \end{aligned} \quad (27)$$

Bu (26), (27) bo'ylama harakatdagi yuqqa devorli silindrik qobiq buralma tebranish tenglamalaridagi asosiy noma'lum funksiyalar -  $U_{0,0}$  va  $U_{0,1}$  lar vositasida  $U_{\theta}$  kochishni hamda,  $\sigma_{r,\theta}$  va  $\sigma_{z,\theta}$  kuchlanishlarni qobiq kesimlaridagi istalgan nuqtada,  $r$  va  $z$  koordinatalar bo'yicha,  $t$  - vaqtning istalgan payti uchun talab qilingan aniqlik bilan hisoblash imkonini beradilar.

Bundan tashqari aynan shu formulalar yordamida bo'ylama harakatdagi silindrik qobiqning buralma tebranishlari haqidagi amaliy masalalarni qo'yish mumkin.

Xsusan, [8] ishda bo'ylama harakatdagi doiraviy sterjenning buralma tebranishlari haqidagi amaliy masala yechilgan.

#### Adabiyotlar:

1. Григолюк Э. И., Селезов И. Т. Неклассические теории колебаний стержней, пластин и оболочек // Итоги науки и техники / ВИНТИ. Механика твердого деформируемого тела. - 1973. - Т.5. - 199 с.

2. Никифоров А.Ф., Уварова В.Б. Специальные функции математической физики. - М.: Наука, 1978. - 320 с.

3. Петрашень Г.И. Проблемы инженерной теории колебаний вырожденных систем // Исследования по упругости и пластичности. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1966. - №5. - С. 3-33.

4. Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы. Москва, Физматлит, 2004, 400 с.

5. Филиппов И. Г. Чебан В. Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластин и стержней. - Кишинев: Штиинца, 1988. - 190 с/

6. Филиппов И. Г., Худойназаров Х. Общие уравнения поперечных колебаний круговой цилиндрической вязкоупругой оболочки // Прикл. механика. Т. 26. - 1990. - №4 - С. 41-49.

7. Худойназаров Х. Х. Нестационарное взаимодействие цилиндрических оболочек и стержней с деформируемой средой. - Т. Изд-во мед.лит. имени Абу Али Ибн Сина, 2003, 325 стр.

8. Xudonazarov X.X., Burqutboyev Sh.M., Abdurazzoqov J.N. Bo'ylama harakatdagi doiraviy sterjenning buralma tebranishlari. Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy- texnik jurnal). 2016, № 1.

9. Ng T.Y., Lam K.Y. Vibration and critical speed of a rotating cylindrical shell subjected to axial loading. Applied Acoustics, 1999, No.56, pp. 273-282.

## КРУЧЕНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, СВОБОДНО ЛЕЖАЩЕЙ НА НЕОДНОРОДНОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Ибрагимов А.И., к т.н., доц.; Исмаилов К., д.т.н., проф.

Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт.

Ishda birjinsli bo'lmagan elastik asos yotuvchi qobiqning uzunligi bo'ylab to'shama koeffitsienti  $Z$  koordinataning ma'lum funktsiyasi ekanligi va qobiq buralish paydo bo'lishiga olib keladigan yuk ta'sirida bo'ladi deb taxmin qilinadi. Qobiqning differentsial tenglamalari tizimini echish uchun V.Z.Vlasovning variatsion usuli qo'llanilgan. Qobiqdagi joy almashinuvi va stressni aniqlash uchun formulalar olinadi.

**Калит сўзлари.** Qobiqlar, V.Z.Vlasovning taqribiy usuli, ko'chishlar, trigonometrik qatorlar, chegara shartlari, bo'ylama va ko'ndalang kuchlar, moyillik koeffitsienti, elastik asos.

В работе предполагается, что коэффициент постели учитывающая неоднородность упругого основания по длине оболочки является известной функцией координаты  $Z$ , а оболочка находится под действием нагрузки, вызывающей кручение. Для решения систему дифференциальных уравнений оболочки, применена вариационный метод В.З.Власова. Получены формулы для определения перемещения и напряжения в оболочке.

**Ключевые слова.** Оболочки, вариационный метод В.З.Власова, перемещение, тригонометрический ряд, граничные условия, продольные и поперечные силы, коэффициента постели, упругое основания.

It is assumed in the work that the coefficient of bed taking into account the heterogeneity of the elastic base along the length of the shell is a known function of the coordinate, and the shell is under the action of a load causing torsion. To solve the system of differential equations of the shell, the variational method of V.Z.Vlasov was applied. Formulas are obtained for determining displacement and stress in the shell.

**Keywords.** Shells, VZ Vlasov's variational method, displacement, trigonometric series, boundary conditions, longitudinal and transverse forces, bed coefficient, elastic foundation.

Рассмотрим кручение замкнутой призматической оболочки, торцевые сечения которой свободны от усилий и моментов.

Учитывая, что действующая нагрузка будет вызывать деформацию, кручение и деформацию

контура, координатные функции выберем в виде, представленном на рис.1.

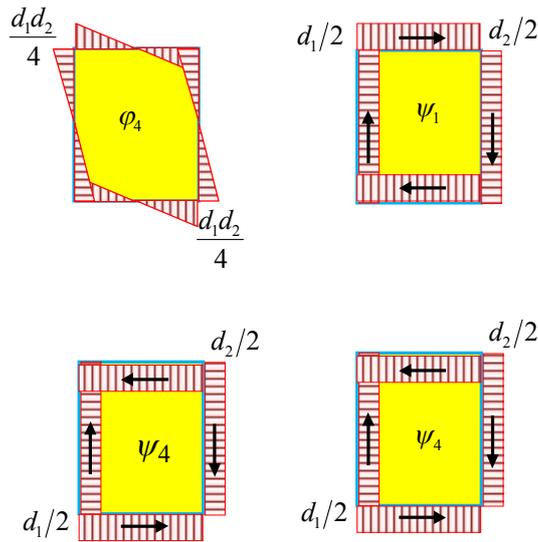


Рис.1.

При этом дифференциальные уравнения, характеризующие условия равновесия призматической оболочки, запишутся в виде:

$$\begin{aligned} \gamma a_{44} u_4'' - b_{44} u_4 - c_{44} v_4' &= 0; \\ r_{11} v_1'' - \bar{Q}_1 v_1 - \bar{Q}_4 v_4 + Q_1 &= 0; \\ c_{44} u_4' + r_{44} v_4'' - \gamma s_{44} v_4 - \bar{Q}_1 v_1 - \bar{Q}_4 v_4 + Q_4 &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь коэффициенты определяются по формулам:

$$a = a_{44} = \frac{E}{G} \int_s \varphi_4 \varphi_4 \delta ds = \frac{d_1^3 d_2^2}{24} \delta_1 + \frac{d_1^2 d_2^3}{24} \delta_2;$$

$$b = b_{44} = \frac{E}{G} \int_s \varphi_4' \varphi_4' \delta ds = \frac{d_1^2 d_2}{2} \delta_1 + \frac{d_1 d_2^2}{2} \delta_2;$$

$$c_{44} = \int_s \psi_4 \varphi_4' \delta ds = \frac{d_1^2 d_2}{2} \delta_1 + \frac{d_1 d_2^2}{2} \delta_2;$$

$$r_{44} = \int_s \psi_4 \psi_4 \delta ds = \frac{d_1^2 d_2}{2} \delta_1 + \frac{d_1 d_2^2}{2} \delta_2;$$

$$s = s_{44} = \frac{1}{E} \int_s \frac{M}{EI} ds = \frac{d_1^2}{2000} + \frac{d_2}{200} = \frac{d^2}{1000}.$$

$$\bar{Q}_1 = \bar{Q}_4 = \frac{1}{G} \int_s c(z) \bar{\psi}(s) = \frac{d_2^3}{24G} c(z);$$

$$Q_1 = Q_4 = \frac{1}{G} \int_s q(z) \bar{\psi}(s) = \frac{d_2}{2G} q(z).$$

Коэффициентами  $\bar{Q}_1$  и  $\bar{Q}_2$ , входящими в формулы (1), представлена работа реакций упругого основания, линейно распределенных по плоскости контакта оболочки с основанием (рис.2.).

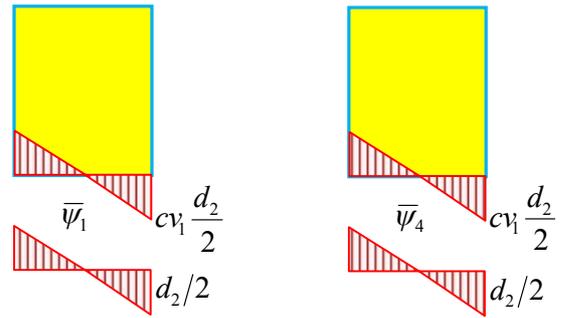


Рис.2.

При свободных от нагрузки и закреплений торцах оболочки искомые функции  $v_4; v_1; v_4'$  должны удовлетворять следующим граничным условиям:

$$\begin{aligned} V = -au_4' &= 0; \\ H = bv_1' &= 0; \\ Q = bu_4 + bv_4' &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $V$  – продольный бимомент,  $H$  – крутящий момент,  $Q$  – поперечный бимомент.

Решая систему дифференциальных уравнений (1) методом Бубнова-Галеркина, для искомых перемещений примем следующие выражения:

$$\begin{aligned} u_4(\xi) &= A \sin \xi; \\ v_1(\xi) &= V \cos 2\xi + D; \\ v_4(\xi) &= C \cos \xi. \end{aligned} \quad (3)$$

Из выражений (2) можно видеть, что первые два граничные условия удовлетворены, а третье граничное условие, характеризующее поперечный бимомент, не удовлетворено.

Поперечный бимомент

$$Q = u_4 + v_4' = A \sin \xi - C \frac{\pi}{\ell} \sin \xi.$$

При  $\xi = \frac{\pi}{2}$  будет равен  $Q = A - C \frac{\pi}{\ell}$  т.е. на краю поперечный бимомент не равен нулю, как это должна быть при точном удовлетворении граничным условиям. Работа этого поперечного бимомента должна быть учтена с обратным знаком в общем уравнении работ, причем возможным перемещением будет функция  $\cos \xi$ .

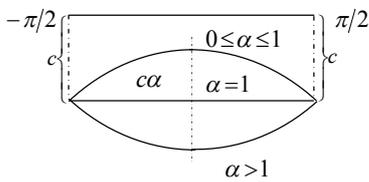
Однако, при  $\xi = \frac{\pi}{2}$  т.е. на краю, возможное перемещение оказывается равным нулю и смягченное условие  $Q \cos \xi|_{(\pi/2)} = 0$  выполняется автоматически.

При выбранных функциях в виде (3) уравнения равновесия примут следующий вид:

$$\left. \begin{aligned}
 & \int_0^{\pi/2} \left[ a \left( -A \frac{\pi^2}{\ell^2} \sin \xi \right) - b(A \sin \xi) - \right. \\
 & \left. - b \left( -C \frac{\pi}{\ell} \sin \xi \right) \right] \sin \xi d\xi = 0; \\
 & \int_0^{\pi/2} \left[ b \left( -B \frac{4\pi^2}{\ell^2} \cos 2\xi \right) - C(\xi)(B \cos 2\xi + D) - \right. \\
 & C(\xi)C \cos 2\xi \cos 2\xi d\xi = -\frac{q}{G} \int_0^{\pi/2} \cos 2\xi d\xi; \\
 & \int_0^{\pi/2} \left[ b \left( -B \frac{4\pi^2}{\ell^2} \cos 2\xi \right) - C(\xi)(B \cos 2\xi + D) - \right. \\
 & \left. - C(\xi)C \cos 2\xi \right] d\xi = -\frac{q}{G} \int_0^{\pi/2} d\xi; \\
 & \int_0^{\pi/2} \left\{ bA \frac{\pi}{\ell} \cos \xi - C(\xi)(B \cos 2\xi + D) - \right. \\
 & \left. [s + C(\xi)]C \cos \xi - b \left( -C \frac{\pi^2}{\ell^2} \cos \xi \right) \right\} \times \\
 & \times \cos \xi d\xi = -\frac{q}{G} \int_0^{\pi/2} \cos \xi d\xi.
 \end{aligned} \right\} (4)$$

Здесь функция, учитывающая неоднородность упругого основания по длине оболочки, имеет вид:

$$C(\xi) = C + C(\alpha - 1) \cos \xi. \quad (5)$$



После вычисления интегралов, система алгебраических уравнений для определения искомых коэффициентов A, B, C, D выглядит так:

$$\left. \begin{aligned}
 & \left( a \frac{\pi^2}{\ell^2} + b \right) A - b \frac{\pi}{\ell} C = 0; \\
 & \left[ b \frac{\pi^3}{\ell^2} + \frac{c\pi}{4} + \frac{7c(\alpha - 1)}{15} \right] B + \frac{c(\alpha - 1)}{3} D = 0; \\
 & \frac{c(\alpha - 1)}{3} B + \left[ \frac{c\pi}{2} + c(\alpha - 1) \right] D + \\
 & + \left[ c + \frac{c(\alpha - 1)}{4} \pi \right] C = \frac{q\pi}{2G}; \\
 & b \frac{\pi^2}{4\ell} A - \left[ \frac{c}{3} + \frac{c(\alpha - 1)}{8} \pi \right] B - \\
 & - \left[ c + \frac{c(\alpha - 1)}{4} \pi \right] D - \\
 & - \left[ \frac{\pi s}{4} + \frac{\pi c}{4} + \frac{2c(\alpha - 1)}{3} - b \frac{\pi^3}{4\ell^2} \right] C = -\frac{q}{G}.
 \end{aligned} \right\} (6)$$

Если основание однородно, то следует положить  $\alpha = 1$ . Тогда получится:

$$A = B = C = 0; \quad D = \frac{q}{cG}.$$

Система четырех алгебраических уравнений (6) может быть сведена к следующей системе двух уравнений относительно неизвестных коэффициентов A и B имеет вид:

$$\begin{aligned}
 & \left[ \frac{c(\alpha - 1)}{3} - \frac{3\pi^4 b}{2\ell^2(\alpha - 1)} - \frac{3\pi^2 c}{8(\alpha - 1)} - \right. \\
 & \left. - \frac{7\pi c}{10} - \frac{3\pi^3 b}{\ell^2} - \frac{7c(\alpha - 1)}{5} \right] B + \\
 & \left[ c + \frac{\pi c(\alpha - 1)}{4} \right] \left( \frac{\pi^2 a + b\ell^2}{\pi b \ell} \right) A = \frac{\pi q}{2G}; \\
 & \left[ -\frac{c}{3} - \frac{\pi c(\alpha - 1)}{8} + \frac{3\pi^3 b}{\ell^2(\alpha - 1)} + \frac{3\pi c}{4(\alpha - 1)} + \right. \\
 & \left. + \frac{7c}{5} + \frac{3\pi^4 b}{4\ell^2} + \frac{3\pi^2 c}{16} + \frac{7\pi c(\alpha - 1)}{20} \right] B - \\
 & - \left[ \frac{\pi s}{4} + \frac{\pi c}{4} + \frac{2c(\alpha - 1)}{3} - \frac{\pi^3 b}{4\ell^2} \right] \times \\
 & \times \left( \frac{\pi^2 a + b\ell^2}{\pi b \ell} \right) A = -\frac{q}{G}.
 \end{aligned}$$

После определения постоянных A и B две другие постоянных определяются по формулам:

$$C = \left( \frac{\pi^2 a + b\ell^2}{\pi b \ell} \right) A;$$

$$D = \left[ \frac{3\pi^4 b}{c\ell^2(\alpha - 1)} + \frac{3\pi}{4(\alpha - 1)} + \frac{7}{5} \right].$$

Зная величины постоянных A, B, C, D, перемещения оболочки можно вычислить по формулам

$$\begin{aligned}
 u(z, s) &= u_4 \varphi_4 = A \left( \sin \frac{\pi z}{\ell} \right) \varphi_4; \\
 v(z, s) &= v_1 \psi_1 + v_4 \psi_4 + \\
 & + \left( B \cos \frac{2\pi z}{\ell} + D \right) \psi_1 + C \left( \cos \frac{\pi z}{\ell} \right) \psi_4.
 \end{aligned} \quad (7)$$

Напряжения оболочки могут быть определены по формулам:

$$\begin{aligned}
 \sigma(z, s) &= E \sum_{i=1}^m u'_i(z) \varphi_i(s); \\
 \tau(z, s) &= G \left[ \sum_{i=1}^m u'_i(z) \varphi_i(s) + \sum_{k=1}^n v'_k(z) \psi_k(s) \right].
 \end{aligned} \quad (8)$$

**Литература:**

1. Власов В.З. Тонкостенные пространственные системы. –М.: Госстройиздат, 1958. –502 с.

2. Власов В.З., Леонтьев Н.Н. Балки, плиты и оболочки на упругом основании. – М.: Физматгиз, 1960. – 491 с.

3. Соболев Д.Н. К расчету конструкций, лежа-

щих на статически неоднородном основании, – Строительная механика и расчет сооружений, 1965, № 1 с.1-4.

## К ТЕОРИИ ИЗГИБА И КОЛЕБАНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН С СЖИМАЕ- МЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

**Усаров Д.М.** Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, Ташкент,  
**Корабашев О.З.** Ташкентский государственный аграрный университет

Работа посвящена усовершенствованию теории изгиба и колебаний трехслойных пластин с сжимаемым в поперечном направлении заполнителем и тонкими внешними слоями. В отличие от несущих слоев, в заполнителе кроме сил и моментов, учитывается и бимоменты, которые появляются за счет учета нелинейности закона распределения перемещения и напряжения. Приведены выражения силовых факторов, уравнения движения и граничные условия трехслойной пластины.

The study is devoted to improving the theory of bending and vibrations of three-layer plates with a transverse compressible filler and thin outer layers. In contrast to the bearing layers, the filler (besides forces and moments) is subjected to the bimoments, which appear due to the nonlinearity of the law of distribution of displacement and stress. Expressions of force factors, equations of motion, and boundary conditions of a three-layer plate are given.

В статье разрабатывается методика расчета и теория трехслойных пластин, с заполнителем, сжимаемым в поперечном направлении. Внешние слои пластины считаем тонкими пластинами [1], подчиняющимися гипотезам Кирхгоффа-Лява. Считается, что материал заполнителя не подчиняется существующим упрощающим гипотезам [2-7] и его уравнения движения построены в рамках бимоментной теории толстых пластин [8-10], разработанной в рамках трехмерной теории упругости без упрощающих гипотез.

Исходя из общего случая, материалы слоев считаем упругими и ортотропными. Для ортотропных несущих слоев упругих материалов введем следующие обозначения:

$E_1^{(+)}, E_2^{(+)}, E_3^{(+)}$  – модули упругости;

$G_{12}^{(+)}, G_{13}^{(+)}, G_{23}^{(+)}$  – модули сдвига;

$\nu_{12}^{(+)}, \nu_{13}^{(+)}, \nu_{23}^{(+)}$  – коэффициенты Пуассона

материала нижнего несущего слоя;

$E_1^{(-)}, E_2^{(-)}, E_3^{(-)}$  – модули упругости;

$G_{12}^{(-)}, G_{13}^{(-)}, G_{23}^{(-)}$  – модули сдвига;

$\nu_{12}^{(-)}, \nu_{13}^{(-)}, \nu_{23}^{(-)}$  – коэффициенты Пуассона

материала верхнего несущего слоя;

$E_1, E_2, E_3$  – модули упругости;

$G_{12}, G_{13}, G_{23}$  – модули сдвига;

$\nu_{12}, \nu_{13}, \nu_{23}$  – коэффициенты Пуассона материала слоя заполнителя;

$H = 2h$  – толщина заполнителя;

$2h_b, 2h_n$  – толщины несущих слоев;  $a$  и  $b$  – размеры трехслойной пластины в плане.

Поле перемещения слоев описываем относительно прямоугольной декартовой системы координат  $(x_1, x_2, z)$  с началом на срединной плоскости заполнителя. Ось  $(oz)$  направим по

нормали к первому слою.

Перемещения верхнего несущего слоя задаем согласно гипотезе Кирхгоффа –Лява в виде  $(-h - 2h_n \leq z \leq -h)$ :

$$U_{kz}^{(+)} = U_k^{(+)} - (z + h + h_n) \frac{\partial W^{(+)}}{\partial x_k}, \quad (k=1,2). \quad (1)$$

Аналогично, закон распределения перемещений нижнего несущего слоя представим в виде  $(h \leq z \leq h + 2h_b)$ :

$$U_{kz}^{(-)} = U_k^{(-)} - (z - h - h_b) \frac{\partial W^{(-)}}{\partial x_k}, \quad (k=1,2). \quad (2)$$

Здесь  $W^{(+)}, W^{(-)}$  – прогибы несущих слоев,  $U_1^{(+)}, U_2^{(+)}$  и  $U_1^{(-)}, U_2^{(-)}$  – перемещения средних плоскостей слоев.

Введем обозначения для перемещения контактных зон между слоями. Перемещения контактных зон  $z = h$  и  $z = -h$  между несущими слоями и заполнителем обозначим  $u_1^{(+)}, u_2^{(+)}, u_3^{(+)}$  и  $u_1^{(-)}, u_2^{(-)}, u_3^{(-)}$ . Законы распределения перемещения несущих слоев (1) и (2) должны удовлетворять условиям непрерывности на поверхностях сопряжений  $z = h$  и  $z = -h$ :

$$u_1^{(+)} = U_{1z}^{(+)}, \quad u_2^{(+)} = U_{2z}^{(+)}, \quad u_3^{(+)} = W^{(+)}, \quad (3)$$

$$u_1^{(-)} = U_{1z}^{(-)}, \quad u_2^{(-)} = U_{2z}^{(-)}, \quad u_3^{(-)} = W^{(-)}. \quad (4)$$

Пусть трехслойная пластина нагружена распределенными внешними поверхностными касательными  $p_1^{(+)}, p_2^{(+)}, p_1^{(-)}, p_2^{(-)}$  и нормальными  $p_3^{(+)}, p_3^{(-)}$  силами. Вследствие деформации слоев на поверхностях  $z = -h$  и  $z = +h$  возникнут распределенные контактные напряжения  $q_1^{(+)}, q_1^{(-)}, q_2^{(+)}, q_2^{(-)}, q_3^{(+)}, q_3^{(-)}$ .

Продольные и тангенциальные усилия нижнего несущего слоя определяются через неизвестные функции перемещений точек средин-

ной поверхности нижнего несущего слоя  $U_1^{(+)}, U_2^{(+)}$  в виде [4-7]:

$$\begin{aligned} N_{11}^{(+)} &= \int_h^{h+h_H} \sigma_{11} dz = B_{11}^{(+)} \frac{\partial U_1^{(+)}}{\partial x_1} + B_{12}^{(+)} \frac{\partial U_2^{(+)}}{\partial x_2}, \\ N_{12}^{(+)} &= \int_h^{h+h_H} \sigma_{12} dz = S_{12}^{(+)} \left( \frac{\partial U_1^{(+)}}{\partial x_2} + \frac{\partial U_2^{(+)}}{\partial x_1} \right), \\ N_{22}^{(+)} &= \int_h^{h+h_H} \sigma_{22} dz = B_{12}^{(+)} \frac{\partial U_1^{(+)}}{\partial x_1} + B_{22}^{(+)} \frac{\partial U_2^{(+)}}{\partial x_2}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $B_{11}^{(+)}, B_{22}^{(+)}, B_{12}^{(+)}, S_{12}^{(+)}$  - цилиндрические жесткости при растяжении и сжатии нижнего несущего слоя из ортотропного материала.

Изгибающие и крутящие моменты нижнего несущего слоя определяются через неизвестные функции прогиба точек нижнего несущего слоя  $W^{(+)}$  в виде [4-7]:

$$\begin{aligned} M_{11}^{(+)} &= \int_h^{h+h_H} \sigma_{11} z dz = -D_{11}^{(+)} \frac{\partial^2 W^{(+)}}{\partial x_1^2} - D_{12}^{(+)} \frac{\partial^2 W^{(+)}}{\partial x_2^2}, \\ M_{22}^{(+)} &= \int_h^{h+h_H} \sigma_{22} z dz = -D_{12}^{(+)} \frac{\partial^2 W^{(+)}}{\partial x_1^2} - D_{22}^{(+)} \frac{\partial^2 W^{(+)}}{\partial x_2^2}, \\ M_{12}^{(+)} &= \int_h^{h+h_H} \sigma_{12} z dz = -C_{12}^{(+)} \frac{\partial^2 W^{(+)}}{\partial x_1 \partial x_2}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $D_{11}^{(+)}, D_{12}^{(+)}, D_{22}^{(+)}, C_{12}^{(+)}$  - цилиндрические жесткости нижнего несущего слоя из ортотропного материала при изгибе.

Перерезывающие силы нижнего несущего слоя определяем по формулам

$$\begin{aligned} Q_{13}^{(+)} &= \frac{\partial M_{11}^{(+)}}{\partial x_1} + \frac{\partial M_{12}^{(+)}}{\partial x_2} - h_H q_1^{(+)}, \\ Q_{23}^{(+)} &= \frac{\partial M_{21}^{(+)}}{\partial x_1} + \frac{\partial M_{22}^{(+)}}{\partial x_2} - h_H q_2^{(+)}. \end{aligned} \quad (7)$$

Продольные и тангенциальные усилия верхнего несущего слоя  $N_{kj}^{(-)}$  определяются через неизвестные функции перемещений точек срединной поверхности нижнего несущего слоя  $U_1^{(-)}, U_2^{(-)}$  в виде:

$$\begin{aligned} N_{11}^{(-)} &= \int_{-h}^{-h-h_B} \sigma_{11} dz = B_{11}^{(-)} \frac{\partial U_1^{(-)}}{\partial x_1} + B_{12}^{(-)} \frac{\partial U_2^{(-)}}{\partial x_2}, \\ N_{12}^{(-)} &= \int_{-h}^{-h-h_B} \sigma_{12} dz = S_{12}^{(-)} \left( \frac{\partial U_1^{(-)}}{\partial x_2} + \frac{\partial U_2^{(-)}}{\partial x_1} \right), \\ N_{22}^{(-)} &= \int_{-h}^{-h-h_B} \sigma_{22} dz = B_{12}^{(-)} \frac{\partial U_1^{(-)}}{\partial x_1} + B_{22}^{(-)} \frac{\partial U_2^{(-)}}{\partial x_2}. \end{aligned} \quad (8)$$

где  $B_{11}^{(-)}, B_{22}^{(-)}, B_{12}^{(-)}, S_{12}^{(-)}$  - цилиндрические жесткости верхнего несущего слоя из ортотропного материала при растяжении и сжатии.

Изгибающие и крутящие моменты верхнего

несущего слоя имеют выражения

$$\begin{aligned} M_{11}^{(-)} &= \int_{-h}^{-h-h_B} \sigma_{11} z dz = -D_{11}^{(-)} \frac{\partial^2 W^{(-)}}{\partial x_1^2} - D_{12}^{(-)} \frac{\partial^2 W^{(-)}}{\partial x_2^2}, \\ M_{22}^{(-)} &= \int_{-h}^{-h-h_B} \sigma_{22} z dz = -D_{12}^{(-)} \frac{\partial^2 W^{(-)}}{\partial x_1^2} - D_{22}^{(-)} \frac{\partial^2 W^{(-)}}{\partial x_2^2}, \\ M_{12}^{(-)} &= \int_{-h}^{-h-h_B} \sigma_{12} z dz = -C_{12}^{(-)} \frac{\partial^2 W^{(-)}}{\partial x_1 \partial x_2}, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $D_{11}^{(-)}, D_{12}^{(-)}, D_{22}^{(-)}, C_{12}^{(-)}$  - цилиндрические жесткости верхнего несущего слоя из ортотропного материала при изгибе,  $W^{(-)}$  - неизвестные функции перемещений и прогибов точек срединной поверхности верхнего несущего слоя.

Перерезывающие силы верхнего несущего слоя определяем по формулам

$$\begin{aligned} Q_{13}^{(-)} &= \frac{\partial M_{11}^{(-)}}{\partial x_1} + \frac{\partial M_{12}^{(-)}}{\partial x_2} - h_B q_1^{(-)}, \\ Q_{23}^{(-)} &= \frac{\partial M_{21}^{(-)}}{\partial x_1} + \frac{\partial M_{22}^{(-)}}{\partial x_2} - h_B q_2^{(-)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Введем следующие обозначения для внутренних силовых факторов пластины. Полу-суммы внутренних продольных и касательных усилий и моментов обозначим в виде

$$\begin{aligned} \bar{N}_{ij} &= N_{ij}^{(+)} + N_{ij}^{(-)}, \quad \tilde{M}_{ij} = \tilde{M}_{ij}^{(+)} + \tilde{M}_{ij}^{(-)}, \\ \tilde{Q}_{i3} &= Q_{i3}^{(+)} + Q_{i3}^{(-)}, \quad (i, j = 1, 2). \end{aligned} \quad (11)$$

Полуразности внутренних продольных касательных усилий определяют сдвиговые моменты в виде

$$\tilde{P}_{ij} = N_{ij}^{(+)} - N_{ij}^{(-)}, \quad (i, j = 1, 2). \quad (12)$$

Введем следующие обобщенные контактные напряжения с помощью контактных напряжений, определяемых в виде

$$\begin{aligned} \bar{q}_k &= \frac{q_k^{(+)} - q_k^{(-)}}{2}, \quad \tilde{q}_k = \frac{q_k^{(+)} + q_k^{(-)}}{2}, \quad (k = 1, 2), \\ \bar{q}_3 &= \frac{q_3^{(+)} + q_3^{(-)}}{2}, \quad \tilde{q}_3 = \frac{q_3^{(+)} - q_3^{(-)}}{2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Полусуммы и полуразности внешних касательных напряжений обозначим в виде

$$\bar{p}_k = p_k^{(+)} - p_k^{(-)}, \quad (k = 1, 2), \quad \bar{p}_3 = p_3^{(+)} + p_3^{(-)}, \quad (14, a)$$

$$\tilde{p}_k = p_k^{(+)} + p_k^{(-)}, \quad (k = 1, 2), \quad \tilde{p}_3 = p_3^{(+)} - p_3^{(-)}. \quad (14, b)$$

Уравнения движения несущих слоев относительно продольных и сдвиговых усилий получены в виде:

$$\frac{\partial \bar{N}_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{N}_{12}}{\partial x_2} + 2\bar{q}_1 - 2\bar{p}_1 - 4(\rho_n h_n + \rho_b h_b) \times \ddot{U}_1 - 4(\rho_n h_n - \rho_b h_b) \ddot{U}_1 = 0, \quad (15)$$

$$\frac{\partial \bar{N}_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{N}_{22}}{\partial x_2} + 2\bar{q}_2 - 2\bar{p}_2 - 4(\rho_n h_n + \rho_b h_b) \times \ddot{U}_2 - 4(\rho_n h_n - \rho_b h_b) \ddot{U}_2 = 0.$$

Здесь  $\rho_n, \rho_b$  – плотности несущих слоев.

Уравнения движения несущих слоев относительно сдвиговых моментов имеют вид

$$\frac{\partial \tilde{P}_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tilde{P}_{12}}{\partial x_2} + 2\tilde{q}_1 - 2\tilde{p}_1 - 4(\rho_n h_n + \rho_b h_b) \ddot{U}_1 - 4(\rho_n h_n - \rho_b h_b) \ddot{U}_1 = 0, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \tilde{P}_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tilde{P}_{22}}{\partial x_2} + 2\tilde{q}_2 - 2\tilde{p}_2 - 4(\rho_n h_n + \rho_b h_b) \ddot{U}_2 - 4(\rho_n h_n - \rho_b h_b) \ddot{U}_2 = 0.$$

Уравнение движения изгибных колебаний несущих слоев получено в виде:

$$2 \frac{\partial^2 \tilde{M}_{11}}{\partial x_1^2} + 4 \frac{\partial^2 \tilde{M}_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} + 2 \frac{\partial^2 \tilde{M}_{22}}{\partial x_2^2} - 4(\rho_n h_n + \rho_b h_b) \ddot{W} - 4(\rho_n h_n - \rho_b h_b) \ddot{W} + (h_n + h_b) \frac{\partial \tilde{q}_1}{\partial x_1} + (h_n + h_b) \frac{\partial \tilde{q}_2}{\partial x_2} + (17)$$

$$+ (h_n - h_b) \frac{\partial \tilde{q}_1}{\partial x_1} + (h_n - h_b) \frac{\partial \tilde{q}_2}{\partial x_2} - (h_n + h_b) \frac{\partial \tilde{p}_1}{\partial x_1} - (h_n + h_b) \frac{\partial \tilde{p}_2}{\partial x_2} - (h_n - h_b) \frac{\partial \tilde{p}_1}{\partial x_2} - (h_n - h_b) \frac{\partial \tilde{p}_2}{\partial x_1} = 0.$$

$$2 \frac{\partial^2 \bar{M}_{11}}{\partial x_1^2} + 4 \frac{\partial^2 \bar{M}_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} + 2 \frac{\partial^2 \bar{M}_{22}}{\partial x_2^2} + (h_n + h_b) \frac{\partial \bar{q}_1}{\partial x_1} + (h_n + h_b) \frac{\partial \bar{q}_2}{\partial x_2} + (h_n - h_b) \frac{\partial \bar{q}_1}{\partial x_1} + (h_n - h_b) \frac{\partial \bar{q}_2}{\partial x_2} - (18)$$

$$- (h_n + h_b) \frac{\partial \bar{p}_1}{\partial x_1} - (h_n + h_b) \frac{\partial \bar{p}_2}{\partial x_2} - (h_n - h_b) \frac{\partial \bar{p}_1}{\partial x_2} - (h_n - h_b) \frac{\partial \bar{p}_2}{\partial x_1} - 4(\rho_n h_n + \rho_b h_b) \ddot{W} - 4(\rho_n h_n - \rho_b h_b) \ddot{W} = 0,$$

Используя закон распределения перемещений несущих слоев (1), (2) и условия непрерывности перемещений (3), (4) в зоне соприкосновения слоев  $z = +h$  и  $z = -h$ , получим выражения:

$$u_k^{(+)} = U_k^{(+)} + h_n \frac{\partial W^{(+)}}{\partial x_k}, \quad (19)$$

$$u_k^{(-)} = U_k^{(-)} - h_b \frac{\partial W^{(-)}}{\partial x_k}, \quad (k=1,2).$$

Заполнитель рассмотрим как трехмерное тело [8-10], нагруженное поверхностными поверхностными напряжениями  $q_1^{(+)}, q_1^{(+)}, q_3^{(+)}$  и  $q_1^{(-)}, q_1^{(-)}, q_3^{(-)}$ , материал которого подчиня-

ется обобщенному закону Гука:

$$\sigma_{11} = E_{11} \varepsilon_{11} + E_{12} \varepsilon_{22} + E_{13} \varepsilon_{33},$$

$$\sigma_{22} = E_{21} \varepsilon_{11} + E_{22} \varepsilon_{22} + E_{23} \varepsilon_{33},$$

$$\sigma_{33} = E_{31} \varepsilon_{11} + E_{32} \varepsilon_{22} + E_{33} \varepsilon_{33},$$

$$\sigma_{12} = 2G_{12} \varepsilon_{12}, \quad \sigma_{13} = 2G_{13} \varepsilon_{13},$$

$$\sigma_{23} = 2G_{23} \varepsilon_{23}$$

где  $E_{11}, E_{12}, \dots, E_{33}$  – упругие константы, определяемые через коэффициенты Пуассона и модули упругости,  $G_{12}, G_{13}, G_{23}$  – модули сдвига материала заполнителя.

В отличие от классической теории пластин компоненты вектора перемещения определяются в виде функций трех пространственных координат и времени  $u_1(x_1, x_2, z, t), u_2(x_1, x_2, z, t), u_3(x_1, x_2, z, t)$ . Компоненты тензора деформации определяются соотношениями Коши. Компоненты вектора перемещения разлагаем в ряд Маклорена в виде [8-10]:

$$u_k = B_0^{(k)} + B_1^{(k)} \frac{z}{h} + B_2^{(k)} \left( \frac{z}{h} \right)^2 + B_3^{(k)} \left( \frac{z}{h} \right)^3 + \dots + B_m^{(k)} \left( \frac{z}{h} \right)^m, \quad (k=1,2) \quad (20)$$

$$u_3 = A_0 + A_1 \frac{z}{h} + A_2 \left( \frac{z}{h} \right)^2 + A_3 \left( \frac{z}{h} \right)^3 + \dots + A_m \left( \frac{z}{h} \right)^m, \quad (21)$$

где  $B_m^{(k)}, A_m$  – неизвестные функции двух пространственных координат и времени.

Отметим, что движения точек заполнителя в рамках бимоментной теории пластин описываются двумя задачами.

Для описания первой задачи введем силы и бимоменты с помощью девяти неизвестных функций  $\bar{\psi}_1, \bar{\psi}_2, \bar{\beta}_1, \bar{\beta}_2, \bar{u}_1, \bar{u}_2, \bar{\gamma}, \bar{\gamma}, \bar{W}$ , которые определяются следующими соотношениями:

$$\bar{u}_k = \frac{u_k^{(+)} + u_k^{(-)}}{2}, \quad (k=1,2), \quad (22)$$

$$\bar{W} = \frac{u_3^{(+)} - u_3^{(-)}}{2},$$

$$\bar{\psi}_k = \frac{1}{2h} \int_{-h}^h u_k dz, \quad \bar{\beta}_k = \frac{1}{2h^3} \int_{-h}^h u_k z^2 dz \quad (k=1,2), \quad (23)$$

$$\bar{\gamma} = \frac{1}{2h^2} \int_{-h}^h u_3 z dz, \quad \bar{\gamma} = \frac{1}{2h^4} \int_{-h}^h u_3 z^3 dz.$$

Для описания второй задачи введем силы, моменты и бимоменты с помощью девяти неизвестных функций  $\tilde{\psi}_1, \tilde{\psi}_2, \tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_2,$

$\tilde{\gamma}$ ,  $\tilde{\gamma}$ ,  $\tilde{W}$ , которые определяются по следующим формулам:

$$\tilde{u}_k = \frac{u_k^{(+)} - u_k^{(-)}}{2}, \quad (k=1,2), \quad (24)$$

$$\tilde{W} = \frac{u_3^{(+)} + u_3^{(-)}}{2},$$

$$\tilde{\psi}_k = \frac{1}{2h^2} \int_{-h}^h u_k z dz, \quad \tilde{\beta}_k = \frac{1}{2h^4} \int_{-h}^h u_k z^3 dz$$

(k=1,2), (25)

$$\tilde{\gamma} = \frac{1}{2h} \int_{-h}^h u_3 dz, \quad \tilde{\gamma} = \frac{1}{2h^3} \int_{-h}^h u_3 z^2 dz.$$

Силы и бимоменты первой задачи определяются по формулам

$$N_{ij} = \int_{-h}^h \sigma_{ij} dz, \quad T_{ij} = \frac{1}{h^2} \int_{-h}^h \sigma_{ij} z^2 dz \quad (i, j=1,2), \quad (26)$$

$$\bar{p}_{k3} = \frac{1}{2h^2} \int_{-h}^h \sigma_{k3} z dz, \quad \bar{\tau}_{k3} = \frac{1}{2h^4} \int_{-h}^h \sigma_{k3} z^3 dz,$$

(k=1,2), (27)

$$\bar{p}_{33} = \frac{1}{2h^2} \int_{-h}^h \sigma_{33} z dz, \quad \bar{\tau}_{33} = \frac{1}{2h^4} \int_{-h}^h \sigma_{33} z^3 dz.$$

Уравнения движения первой задачи толстой пластины, построенные в [8,9] относительно внутренних сил (26), имеют вид:

$$\frac{\partial N_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial N_{12}}{\partial x_2} + 2\bar{q}_1 = \rho H \ddot{\psi}_1, \quad (28)$$

$$\frac{\partial N_{21}}{\partial x_1} + \frac{\partial N_{22}}{\partial x_2} + 2\bar{q}_2 = \rho H \ddot{\psi}_2,$$

Уравнения движения первой задачи толстой пластины, построенные в [8,9] относительно продольных и поперечных бимоментов при растяжении (27), имеют вид:

$$\frac{\partial T_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial T_{12}}{\partial x_2} - 4\bar{p}_{13} + 2\bar{q}_1 = \rho H \ddot{\beta}_1,$$

$$\frac{\partial T_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial T_{22}}{\partial x_2} - 4\bar{p}_{23} + 2\bar{q}_2 = \rho H \ddot{\beta}_2, \quad (29)$$

$$\frac{\partial \bar{p}_{13}}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{p}_{23}}{\partial x_2} - \frac{2\bar{p}_{33}}{H} + \frac{2\bar{q}_3}{H} = \rho \ddot{\gamma},$$

$$\frac{\partial \bar{\tau}_{13}}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{\tau}_{23}}{\partial x_2} - \frac{6\bar{\tau}_{33}}{H} + \frac{2\bar{q}_3}{H} = \rho \ddot{\gamma}.$$

Система из шести дифференциальных уравнений движения (28) содержит девять неизвестных функций  $\bar{\psi}_1$ ,  $\bar{\psi}_2$ ,  $\bar{\beta}_1$ ,  $\bar{\beta}_2$ ,  $\bar{u}_1$ ,  $\bar{u}_2$ ,  $\bar{\gamma}$ ,  $\bar{W}$ .

Вторая задача описывается уравнениями относительно сил, моментов и бимоментов, определяемых соотношениями

$$M_{ij} = \int_{-h}^h \sigma_{ij} z dz, \quad Q_{i3} = \int_{-h}^h \sigma_{i3} dz, \quad (i, j=1,2), \quad (30)$$

$$P_{ij} = \frac{1}{h^2} \int_{-h}^h \sigma_{ij} z^3 dz, \quad \tilde{p}_{i3} = \frac{1}{2h^3} \int_{-h}^h \sigma_{i3} z^2 dz, \quad (31)$$

$$(i=1,2), \quad \tilde{\tau}_{33} = \frac{1}{2h^4} \int_{-h}^h \sigma_{33} z^3 dz.$$

Уравнения движения второй задачи толстой пластины [8,9] относительно изгибающих, крутящих моментов, перерезывающих сил и относительно продольных, поперечных бимоментов (30), (31) запишутся в виде

$$\frac{\partial M_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial M_{12}}{\partial x_2} - Q_{13} + H\tilde{q}_1 = \frac{H^2}{2} \rho \ddot{\psi}_1,$$

$$\frac{\partial M_{21}}{\partial x_1} + \frac{\partial M_{22}}{\partial x_2} - Q_{23} + H\tilde{q}_2 = \frac{H^2}{2} \rho \ddot{\psi}_2$$

$$\frac{\partial P_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial P_{12}}{\partial x_2} - 3\tilde{p}_{13} + H\tilde{q}_1 = \frac{H^2}{2} \rho \ddot{\beta}_1, \quad (32)$$

$$\frac{\partial P_{21}}{\partial x_1} + \frac{\partial P_{22}}{\partial x_2} - 3\tilde{p}_{23} + H\tilde{q}_2 = \frac{H^2}{2} \rho \ddot{\beta}_2,$$

$$\frac{\partial Q_{13}}{\partial x_1} + \frac{\partial Q_{23}}{\partial x_2} + 2\tilde{q}_3 = \rho H \ddot{\gamma},$$

$$H \frac{\partial \tilde{p}_{13}}{\partial x_1} + H \frac{\partial \tilde{p}_{23}}{\partial x_2} - 4\tilde{p}_{33} + 2\tilde{q}_3 = H \rho \ddot{\gamma}.$$

Система из шести дифференциальных уравнений движения (32) включает девять неизвестных функций  $\tilde{\psi}_1$ ,  $\tilde{\psi}_2$ ,  $\tilde{u}_1$ ,  $\tilde{u}_2$ ,  $\tilde{\beta}_1$ ,  $\tilde{\beta}_2$ ,  $\tilde{\gamma}$ ,  $\tilde{W}$ .

В итоге с учетом восьми членов рядов Маклорена (20) и (21) получаем выражения контактных напряжений. Для первой задачи имеем уравнения относительно контактных напряжений через неизвестные обобщенные функции  $B_1^{(1)} = -0.8685HE_1/q_0$ ,  $B_1^{(2)} = -0.8685HE_1/q_0$ ,

$$A_0 = 3.3089HE_1/q_0,$$

в виде

$$\bar{q}_1 = G_{13} \left( 15\bar{\psi}_1 + 20\bar{u}_1 - 105\bar{\beta}_1 + H \frac{\partial \bar{W}}{\partial x_1} \right),$$

$$\bar{q}_2 = G_{23} \left( 15\bar{\psi}_2 + 20\bar{u}_2 - 105\bar{\beta}_2 + H \frac{\partial \bar{W}}{\partial x_2} \right), \quad (33)$$

$$\bar{q}_3 = E_{33} (105\bar{\gamma} + 30\bar{W} - 315\bar{\gamma}) + E_{31} H \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} +$$

$$+ E_{32} H \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2}.$$

А для второй задачи имеем уравнения относительно контактных напряжений через неизвестные обобщенные функции  $\tilde{u}_1$ ,  $\tilde{u}_2$ ,  $\tilde{\psi}_1$ ,  $\tilde{\psi}_2$ ,

$$\tilde{\beta}_1, \tilde{\beta}_2, \tilde{W} \text{ в виде}$$

$$\begin{aligned} \tilde{q}_1 &= G_{13} \left( 105\tilde{\psi}_1 + 30\tilde{u}_1 - 315\tilde{\beta}_1 + H \frac{\partial \tilde{W}}{\partial x_1} \right), \\ \tilde{q}_2 &= G_{23} \left( 105\tilde{\psi}_2 + 30\tilde{u}_2 - 315\tilde{\beta}_2 + H \frac{\partial \tilde{W}}{\partial x_2} \right), \\ \tilde{q}_3 &= E_{33} (15\tilde{\gamma} + 20\tilde{W} - 105\tilde{\gamma}) + E_{31} H \frac{\partial \tilde{u}_1}{\partial x_1} + \\ &+ E_{32} H \frac{\partial \tilde{u}_2}{\partial x_2}. \end{aligned} \quad (34)$$

Таким образом, построены выражения (33) и (34) контактных напряжений перемещения симметричной и асимметричной задач теории трехслойных пластин.

Уравнения движения несущих слоев (15), (16) и (17), (18) уравнения движения заполнителя (28), (29) и (32) с учетом выражения (33), (34) составляют совместные системы уравнений движений точек слоев трехслойной пластины относительно неизвестных обобщенных перемещений, определяемых по формулам (22)-(25).

Граничные условия задачи задаются относительно обобщенных перемещений (22)-(25), или относительно силовых факторов (11), (12) и (26), (27), (30), (31), в зависимости от условий поставленных задач.

Если на крае пластины перемещения равны нулю, то имеем:

$$\begin{aligned} \bar{\psi}_1 = 0, \quad \bar{\psi}_2 = 0, \quad \bar{\beta}_1 = 0, \quad \bar{\beta}_2 = 0, \quad \bar{\gamma} = 0, \\ \bar{\gamma} = 0, \quad \bar{U}_1 = 0, \quad \bar{U}_2 = 0, \quad \bar{W} = 0, \quad \bar{W}_{,1} = 0, \\ \tilde{\psi}_1 = 0, \quad \tilde{\psi}_2 = 0, \quad \tilde{\beta}_1 = 0, \quad \tilde{\beta}_2 = 0, \quad \tilde{\gamma} = 0, \\ \tilde{\gamma} = 0, \quad \tilde{U}_1 = 0, \quad \tilde{U}_2 = 0, \quad \tilde{W} = 0, \quad \tilde{W}_{,1} = 0. \end{aligned} \quad (35)$$

Если край пластины свободен от опор, то граничные условия имеют вид:

$$\begin{aligned} N_{11} = 0, \quad N_{12} = 0, \quad T_{11} = 0, \quad T_{12} = 0, \\ \bar{p}_{13} = 0, \quad \bar{\tau}_{13} = 0, \quad \bar{N}_{11} = 0, \quad \bar{N}_{12} = 0, \\ \bar{M}_{11} = 0, \quad \bar{Q}_{13} = 0, \quad M_{11} = 0, \quad M_{12} = 0, \\ P_{11} = 0, \quad P_{12} = 0, \quad Q_{13} = 0, \quad \tilde{p}_{13} = 0, \\ \tilde{P}_{11} = 0, \quad \tilde{P}_{12} = 0, \quad \tilde{M}_{22} = 0, \quad \tilde{Q}_{13} = 0. \end{aligned} \quad (36)$$

Если край пластины оперт, то имеем граничные условия в виде:

$$\begin{aligned} N_{11} = 0, \quad N_{12} = 0, \quad T_{11} = 0, \quad T_{12} = 0, \\ \bar{\gamma} = 0, \quad \bar{\gamma} = 0, \quad \bar{N}_{11} = 0, \quad \bar{N}_{12} = 0, \\ \bar{M}_{11} = 0, \quad \bar{W} = 0, \quad M_{11} = 0, \quad M_{12} = 0, \\ P_{11} = 0, \quad P_{12} = 0, \quad \tilde{\gamma} = 0, \quad \tilde{\gamma} = 0, \\ \tilde{P}_{11} = 0, \quad \tilde{P}_{12} = 0, \quad \tilde{M}_{11} = 0, \quad \tilde{W} = 0. \end{aligned} \quad (37)$$

Если край пластины оперт и отсутствует перемещение по направлению к касательному контуру, то имеем граничные условия:

$$\begin{aligned} N_{11} = 0, \quad T_{11} = 0, \quad \bar{\psi}_2 = 0, \quad \bar{\beta}_2 = 0, \quad \bar{\gamma} = 0, \\ \bar{\gamma} = 0, \quad \bar{N}_{11} = 0, \quad \bar{u}_2 = 0, \quad \bar{M}_{11} = 0, \quad \bar{W} = 0, \\ M_{11} = 0, \quad P_{11} = 0, \quad \tilde{\psi}_2 = 0, \quad \tilde{\beta}_2 = 0, \quad \tilde{\gamma} = 0, \\ \tilde{\gamma} = 0, \quad \tilde{P}_{11} = 0, \quad \tilde{u}_2 = 0, \quad \tilde{M}_{11} = 0, \quad \tilde{W} = 0. \end{aligned} \quad (38)$$

Таким образом, создана теория и методика расчета трехслойных пластин с сжимающим пространственным заполнителем. Отметим, что предлагаемая теория трехслойных пластин построена с высокой точностью и составляет методику расчета трехслойной пластины при воздействии статических и динамических нагрузок, а также является основополагающей при построении динамической континуальной слоистой пластинчатой модели многоэтажных зданий и способна учитывать их слоистую и дискретную структуру.

### Литература:

1. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. М. Наука, 1967. -984с.
2. Усаров М.К., Усаров Д.М. К решению задачи изгиба и колебания трехслойных пластин с толстым заполнителем// Высшая школа, научно-практический журнал. №18, г. Уфа, 2017 г. С. 40-43.
3. Усаров М.К., Ниязова Н.А. Изгиб и колебания трехслойных пластин с ртотропным заполнителем. // Проблемы архитектуры и строительства. Сам ГА-СИ-2013г. №2., С.48-53.
4. Усаров М.К., Усаров Д.М. К решению задачи изгиба и колебания трехслойных пластин с трехмерным заполнителем// Проблемы архитектуры и строительства, СамГАСИ-2017, №3. С.128-132.
5. Усаров М.К., Усаров Д.М. К решению задачи изгиба трехслойных пластин с толстым заполнителем// Замонавий курилишлар, биолар ва иншоотларнинг конструкциявий ҳамда сеймик хавфсизлиги масалалари. Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами – №2. Наманган ш. – 11 апрель. – 2017 й. –52-55 бетлар.
6. Усаров М.К., Усаров Д.М. К теории изгиба и колебаний трехслойных пластин с толстым заполнителем// Материалы I-ой Международной научно-практической конференции. 24-25 мая 2019 года, г. Фергана. Том-4. С.472-475.
7. Усаров М.К., Усаров Д.М. К теории изгиба и колебания трехслойных пластин с сжимаемым заполнителем// Ташкентский химико-технологический институт. Материалы Республиканской научно-практической конференции. «Прикладные и фундаментальные проблемы естественных наук», 23 октября 2019 г., Ташкент–2019 г., –С.387–392.
8. Усаров М.К. Бимоментная теория изгиба и колебания толстых ортотропных пластин. //Вестник НУУз. № 2/1. 2014. С.127-132.
9. Усаров М.К. Изгиб ортотропных пластин с учетом бимоментов. Санкт-Петербург // Инженерно-строительный журнал. №1. (53). 2015г. С.80-90.
10. Davronbek Usarov, Kodirjon Turajonov, Saidjon Khamidov. Simulation of free vibrations of a thick plate without simplified hypotheses // Journal of Physics:Conference Series, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012115>.(Scopus)

11. Yarashov Javlon, Usarov Makhamatali, Ayubov Gayratjon. Study of longitudinal oscillations of a five-storey building on the basis of plate continuum model//E3S Web of Conferences 97. Form-2019, 04065. France-2019, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704065>.

12. Toshmatov Elyor, Usarov Makhamatali Ayubov, Gayratjon, Usarov Davronbek. Dynamic methods of УДК 539.3

spatial calculation of structures based on a plate model//E3S Web of Conferences 97. Form-2019, 04072. France-2019, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704072>.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОД И РАСЧЕТА АНКЕРНОЙ И НАБРЫЗГБЕТОННОЙ КРЕПЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Халмурадов Р.И., Худойназаров Х.Х., Омонов Ш. Б.

Самаркандский государственный университет

В статье приведен обзор научных работ по методам оценки устойчивости массива пород, вокруг горных выработок и расчета анкерной и набрызгбетонной крепей стенок горизонтальных и вертикальных шахт. Он включает в себя публикации, опубликованные до конца прошлого столетия и охватывает наиболее насущные вопросы прохождения и крепления выработок.

**Ключевые слова:** горная порода, массив, устойчивость, анкерная крепь, набрызгбетон, горная выработка, шахта.

### Tog` jinslari ustuvorligini baxolash hamda ishlanmalar anker va sochma-beton mustahkamlagichlarini hisoblash usullari tahlili

Maqolada tog` ishlanmasi atrofidagi tog` jinslari ustuvorligi, gorizantal va vertical ishlanmalar devorlari anker va sochmabeton mustahkamlagichlarining hisob usullariga bag`ishlangan ilmiy ishlar tahlili keltirilgan. Tahlilda o`rganilgan asrning oxirlarigacha bo`lgan publikatsiyalar jamlangan va u tog` ishlanmalarini qazish va mustahkamlashning muhim masalalarini o`z ichiga oladi.

**Kalit so`zlar:** tog` jinsii, massiv, ustuvorlik, anker mustahkamlagich, sochmabeton, tog` ishlanmasi, shaxta.

### A review of methods for evaluating the stability of breeds and calculating anchored and analyzed concrete mountains of mines

The article provides an overview of scientific works on methods for assessing the stability of a rock mass around mines and calculating the anchor and spray concrete supports of the walls horizontal and vertical shafts. It favors publications published before the end of the last century and covers the most pressing issues of passing and securing workings.

**Keywords:** Rock, an array, sustainability, anchor support, spray concrete, mining workings, mine.

**1. Введение.** При проектировании крепей подготовительных и капитальных горных выработок возникает ряд сложных проблем, которые связаны с необходимостью расчета крепей на действие достаточно больших статических нагрузок, имеющие места на больших глубинах и на динамическое воздействие нагрузок от взрывных работ и сейсмических колебаний земной коры. В настоящее время наиболее удачно и более полно выполнены расчеты крепей на действие статических нагрузок, по сравнению с расчетами на действия динамических и сейсмических. В таких условиях вопросы оценки, прогноза и обеспечения устойчивости горных выработок являются ключевыми в интенсивно развивающейся, в последние годы, механике горных пород и практике горного дела.

За все время существования проведения подготовительных и капитальных выработок, методы оценки их устойчивости, ориентированные для применения в различных горно-геологических условиях, имеют первостепенное значение. Несмотря на это, неудовлетворительная точность созданных методов расчетов к настоящему времени обуславливает острую необходимость разработки новых и усовершенствованных методов и выполнения прогнозов о напряженно-деформированном состоянии горных выработок, подвергнутых воздействию различных силовых факторов, вызванных, в частности, действием горного давления, взрывных работ, гравитационных и сейсмических сил, а также сил тектонического происхождения. О реальности высказанной мысли свидетельствуют многочисленные статьи и монографии, посвященные тем или иным аспектам указанной проблемы, различным подходам и методам ее решения.

**2. Методы оценки устойчивости.** Исследования проблемы устойчивости горных выработок в теоретическом плане, базируются на различных гипотезах и предпосылках физического и механического характера, а также на предположениях относительно зон распределения напряжений и деформаций в массиве пород, вмещающих выработку. Они, в большинстве своем, основаны на методах теории упругости и пластичности, рассматривающие массив горных пород как сплошная среда. Такие исследования занимают значительное место в общем, объеме изучения указанной проблемы. Существенным вкладом в развитие данного направления исследований явились работы А.Н. Дин-

ника, А.Б. Моргаевского и Г.Н. Савина [1], К.В.Руппенейта [2,3], Л.В.Ершова и В.А.Максимова [4], Ж.С. Ержанова и других [5,6,7], А.Н. Гузя [8], Н.С. Булычева и Х.И. Абрамсона [9,10], В.Т.Глушко, Н.Н. Долининой, М.И.Розовского [11], Э.В. Каспарьяна [12], Н.П.Ерофеева [13], К.Тerezawa [14], А. Лабасса [15] и других.

Как известно [16], после проходки выработки вмещающий ее массив горных пород находится под воздействием переменного поля напряжений, вызванного образованием полости. Для математического исследования напряженно-деформированного состояния такого массива применяют различные методы, в той или иной мере идеализирующие физико-механические свойства вмещающих пород. При этом происходит уменьшение степени идеализации свойств пород по мере создания современных новых и усовершенствования существующих методов математического описания состояния породного массива. Применяемые в настоящее время современные математические модели более точно описывают процесс деформирования пород и позволяют получить картину, максимально близкую к реальным условиям работы массива, вмещающего выработку [8].

Наиболее важные значения для практики прохождения выработок имеют задачи прогнозирования напряженно-деформированного состояния выработок, которые должны быть решены на стадии проектирования до начала проходческих работ. Представление об образовании вокруг выработок зон различного напряженно-деформированного состояния позволяет решение таких задач сводит к расчету устойчивости пород на контуре выработок в пределах зоны неупругих деформаций [7,9]. При решении задач указанного класса применяются различные критерии устойчивости, к которым, прежде всего, относится подход, по которому оценка устойчивости выработок осуществляется на основании расчета условий разрушения пород.

**Постановка задачи.** Разработанные к настоящему времени критерии, и методы расчета устойчивости породного массива основаны на сопоставлении максимальных напряжений в упругой модели с прочностью пород в массиве. Эти критерии в основном соответствуют началу зарождения трещин в боках выработок, введенных в хрупких породах [17].

В некоторых исследованиях, при разработке критериев устойчивости пород, величины действующих напряжений предлагались сопоставлять не с пределом прочности пород на сжатие, а пределом их текучести  $[\sigma_\tau] < [\sigma_{сж}]$ , тем самым жестко ограничивая вид возможных деформаций пород на контуре выработок. Если учитываются упругопластические свойства по-

роды, характеризующиеся углом внутреннего трения и сцеплением, кроме упругих характеристик (модуля упругости и коэффициента Пуассона) критерий устойчивости может быть записан так

$$k_0 \gamma H \leq k_y \xi \eta [\sigma_{сж}], \quad (1)$$

где  $k_y = f(\varphi, \tau_0)$  - коэффициент, учитывающий повышение устойчивости пород, способных к пластическим деформациям;  $\varphi$  - угол внутреннего трения;  $\tau_0$  - сцепление пород.

Известны ряд критериев устойчивости пород, которые можно называть энергетическими. К ним относятся [17] критерии С.Кормана, А.Витека и Л.А.Шрейнера, а также критерии, предложенные некоторыми другими авторами. Упомянутые критерии названы энергетическими из-за того, что в них устойчивость связывается с упругой энергией деформирования. В этих работах приняты соотношения между компонентами напряжения на октаэдрических площадках, на которых касательные напряжения пропорциональны упругой энергии формоизменения.

Разработаны также ряд критериев устойчивости породных стенок вертикальных стволов. Из результатов исследований В.Г.Березанцева при  $p = 0$ , можно получить один из этих критериев устойчивости. Другое решение [17] осесимметричной задачи предельного равновесия, отличное от решения В.Г.Березанцева [40], предложено в работе А.В.Надеждина [41]. По результатам этих исследований установлено, что при определенных условиях вокруг выработки образуется область предельного состояния, ограниченная в меридиональной плоскости вертикальной линией, являющейся огибающей линий скольжения. Условие образования ограниченной линиями скольжения области предельного состояния является условием устойчивости ствола.

Им предложен критерий устойчивости, полученный на основании анализа результатов многочисленных экспериментальных данных на моделях с влажным песком для устойчивости стенок незакрепленной вертикальной выработки

$$H \leq \frac{R}{2tg\varphi tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)} \ln \frac{\gamma R}{\gamma R - 4k \frac{\sin \varphi}{1 + \sin \varphi}}, \quad (2)$$

который связывает предельное состояние не только с глубиной, но и с диаметром ствола.

В работах И.Л.Черняка [27] развит подход применительно к массивам, проявляющим реологические свойства, в частности вязкоупругой модели. При этом рассматриваются условия устойчивости отдельно для трех видов деформирования и разрушения:

1) если напряжения вокруг выработки не

превышают, пределы длительной прочности пород и разрушений нет, то имеет место упруговязкое деформирование массива. При этом вокруг выработки образуется лишь зона упруговязких деформаций и критерием для ее появления будет

$$\sigma_y \leq k_0 \gamma H \leq \sigma_{сж};$$

2) если напряжения вокруг выработки не превышают предела прочности пород на одноосное сжатие, но больше длительной прочности пород то в массиве будут выделяться зоны длительного разрушения пород и упруговязкого деформирования. Критерием в этом случае будет

$$\xi \sigma_{сж} \leq k_0 \gamma H \leq \sigma_{сж};$$

3) если действующие напряжения превышают предела прочности пород на одноосное сжатие, то в массиве образуется зона условно-мгновенного разрушения пород, переходящая в зону длительного разрушения. Критерием появления такого типа деформирования и разрушения будет

$$\sigma_{сж} \leq k_0 \gamma H,$$

где  $\sigma_y$  - предел упругости.

Приведенные стадии устойчивости для трех видов деформирования и разрушения пород предшествуют потере устойчивости в породном массиве вокруг вертикальной выработки. На основании перечисленных условий критериев устойчивости состояние вертикальных выработок квалифицируется как устойчивое, средней устойчивости и неустойчивое.

В отличие от цитированных работ, где прочностные характеристики пород сравнивались с максимальными величинами главных напряжений, в работах [18] предложен метод учета касательных напряжений, обуславливающих разрушение пород в форме среза [12]. При этом в качестве критерия устойчивости используется условие предельного равновесия в форме

$$\tau = \sigma \tan \varphi + \tau_0, \quad (3)$$

где  $\sigma, \tau$  - соответственно нормальные и касательные компоненты напряжений вокруг выработки.

Как следует из приведенного краткого обзора работ по устойчивости и его критериям выбор методов расчета условных зон возможных разрушений или зон неупругих деформаций, определяется на основе применяемых математических моделей, описывающих свойства массива горных пород. Наибольшее применение при этом находят упругие модели, к которым фактически сводятся и рассмотрение устойчивости выработок и в других случаях, в том числе и при наделении массива вязкоупругими свойствами. В частности, авторы работы [19] при определении границ зон возможных

разрушений вокруг горных выработок в кусочно-однородном вязкоупругом массиве предлагают осуществить решение задачи по известному методу академика А.А.Ильюшина, т.е. решать задачу последовательными шагами во времени. При этом каждое решение, полученное в пределах этих шагов по времени, представляет собой упругое решение.

Из приведенного анализа опубликованных работ по устойчивости выработок следует, что под устойчивостью выработки понимается способность ее сохранять заданные размеры и форму поперечного сечения. Для достижения устойчивости выработки необходимо каким-нибудь способом увеличить несущую способность пород [20,21,22,23], т.е. применить крепление обнаженных поверхностей массива пород, вмещающий горную выработку.

**3. Методы расчета крепей.** Крепление горных выработок является одним из основных производственных процессов при подземной разработке месторождений полезных ископаемых. Без соответствующего крепления невозможно успешная работа шахты, рудника, штольни и других горных выработок. Большим резервом повышения эффективности работы горнодобывающих предприятий является создание новых конструкций крепи и средств механизации крепления.

При этом конечной целью любого крепления является увеличение прочности на изгиб и растяжение вмещающих выработку пород, воздействующих на выработку силами статической, динамической, тектонической и другой природы [23,24,25,26]. Эффективное упрочнение пород, в противовес действия растягивающих напряжений можно выполнить с помощью анкеров различной конструкции [10,22,23,27], в зависимости от конкретных горно-геологических условий. Анкерная крепь возводится предварительно напряженной [20,22], и поэтому после возведения крепи сразу же повышается сцепление между слоями пород с различными физико-механическими свойствами.

После начала применения анкерной крепи с середины прошлого столетия до настоящего времени выполнено большое количество научных и практических исследований учеными различных стран. Эти исследования, в конечном итоге, позволили раскрыть различные аспекты применения этого вида крепи, лучше понимать физическую сущность, преимущества и недостатки. Среди указанных исследований особое место занимают работы А.П.Широкова [22], Н.И.Мельникова [20], Н.С.Булычева и Х.И.Абрамсона [9,10,17], В.Д.Ломтадзе [18], И.А.Турчанинова, М.А.Иофиса, Э.В.Каспарьяна [12,29], Ш.М.Айтиалиева [30], Ю.З.Заславского [27], Г.А.Заплавского [25]. Из

исследований ученых дальнего зарубежья можно отметить работы Р.Квапила (Чехия), Л.Панека (США), Ж.Талобра (Франция), А.Джонстона (Англия) и других [20].

Вместе с тем необходимо отметить что, несмотря на все усилия ученых-исследователей до сегодняшнего дня не удалось создать теорию работы анкерной крепи, признанной широким кругом исследователей различных стран. Не существует также единая методика расчета параметров данной крепи.

В монографии [20] описаны промышленная технология изготовления анкерной крепи и средств механизации ее возведения. Приведены конструкции поддерживающих элементов и межрамных ограждений для анкерной крепи. Освещены результаты исследований устойчивости горных выработок, закрепленных анкерной крепью, описаны способы, и средства контроля над надежностью работы анкерной крепи. Дана методика расчета параметров анкерной крепи и зон расслоения пород кровли выработок. Рассмотрены вопросы техники безопасности при возведении анкерной крепи и эксплуатации выработок, закрепленных этой крепью.

В настоящее время горная промышленность располагает большим количеством видов и конструкций крепи и правильный выбор их представляет собой сложную задачу. Часто крепи применяют без достаточного обоснования, без учета характера развития горного давления и работы крепи. Такое положение сложилось и набрызгбетонной крепью, широко применяемой на подготовительных выработках и рудниках цветной металлургии [31]. Одной из причин такого положения является недостаточная информация, отсутствие работ, обобщающих богатый опыт применения набрызгбетонной крепи и результаты исследований в этой области.

Технико-экономические характеристики набрызгбетонной крепи привели к разработке методов расчета, созданию различных конструкций, технологии и механизации крепления горных выработок набрызгбетоном, освещению которых посвящено большое количество исследований. Опубликованы многочисленные статьи и монографии по этой теме. Большой вклад в развитие методов безопалубочного бетонирования в области крепления набрызгбетоном внесен исследованиями Д.М. Голицинского, В.С. Воронина [20], В.А. Борисовца и А.М. Козелла [32], Б.Н. Кузина, Ю.С. Фролова, Л.И. Шилкина И.Ю. Заславского [27,33], Х.И. Абрамсона и В.Г. Когана [34], А.В. Быкова [35] и других.

Исследование деформационной способности и упрочняющего эффекта набрызгбетонной крепи, разработка методов расчета крепи, и

выбор рациональной ее конструкции являются ключевыми вопросами данной проблемы. В этом направлении одним из фундаментальных работ является цитированная монография И.Ю. Заславского, А.В. Быкова и В.Ф. Компанеца [33].

Авторы многих исследований относят набрызгбетонную крепь по типу конструкции к категории упрочняющих крепей. И.Ю. Заславский, В.Ф. Компанец, Э.В. Казакевич, Е.В. Петренко и другие считают, что упрочняющий эффект набрызгбетонного покрытия достигается за счет его упрочняющих и изолирующих свойств. Исследование упрочняющего эффекта набрызгбетона и его влияние на параметры крепи проведено также в работах [6,36]. Задача о равновесии упрочненного упругопластического массива с коэффициентом сцепления на контакте с упругой областью, решена Е.Б. Дружко [37]. При этом считается, что сцепление изменяется линейно по длине зоны неупругих деформаций, от нуля на контуре выработки до максимальной величины в ненарушенном массиве.

Исследование деформативных свойств набрызгбетонной крепи, наряду с указанными исследованиями, имеет важное прикладное значение и относится к разряду основных. Некоторые американские ученые, такие как Т. Сатклиф и К. Мак-Клур отмечают [33], что в период твердения набрызгбетон обладает высокой деформативностью, значительно превышающей деформативную способность бетона, уложенного за опалубку. При этом отсутствует количественная их оценка происходящего процесса.

Одним из основных характеристик набрызгбетона является его толщина. На основании методов строительной механики подземных сооружений и сопротивления материалов разработаны различные методики расчета размеров толщины набрызгбетонного покрытия. Для этого применяют весьма разнообразные расчетные схемы, отличающиеся различной степенью идеализации учета статической работы конструкции набрызгбетона [38].

Взаимодействие набрызгбетонной крепи с горным массивом в работе [39] рассматривается как контактная задача двух упругоползучих сред. Перемещения реального породного контура определяются с учетом ползучести горного массива и напряжений в крепи, вызванные этими перемещениями. Следует отметить, что по признанию самих авторов, расчетная схема сильно идеализирована и приняты ряд допущений, значительно упрощающих решение задачи.

**4. Выводы.** На основании вышеизложенного и анализа существующих способов оценки устойчивости пород в обнажениях и расчета

параметров анкерной и набрызгбетонной крепей можно сделать следующие выводы:

- не разработана единая методика оценки и критерии устойчивости пород в обнажениях, позволяющие получить наиболее достоверную и объективную информацию о напряженно-деформированном состоянии массива, вмещающую горную выработку;

- существующие к настоящему времени критерии, и методы расчета устойчивости породного массива основаны на сопоставлении максимальных напряжений в упругой модели с прочностью пород в массиве. Эти критерии в основном соответствуют началу зарождения трещин в боках выработок, проведенных в хрупких породах. Вместе с тем в сравнительно малочисленных исследованиях предложены методы учета касательных напряжений, обуславливающих разрушение пород в форме среза, где в отличие от указанных методов, прочностные характеристики пород сравниваются с максимальными величинами главных напряжений;

- проанализированные теории по расчету и возведению анкерной крепи допускают некоторые неточности и недостатки:

1) эти теории дают удовлетворительные результаты в инженерной практике проведения горных выработок в тех горно-геологических и горнотехнических условиях, для которых они разработаны. С другой стороны, эти теории и предложенные по ним методы расчета созданы на основе ряда упрощений о деформационных процессах, происходящих в породах. Содержат ряд допущений, приводящих понижению достоверности и практического значения получаемых результатов;

2) во всех рассмотренных теориях взаимодействие системы крепь-порода рассматривается как статическая задача. Вместе с тем известно, что горные породы в течение некоторого времени, и после возведения любой крепи, продолжают смещаться с некоторой скоростью в сторону выработки.

#### Литература:

1. Динник А.Н., Моргаевсей А.Б., Савин Г.Н. Распределение напряжений вокруг подземных горных выработок//Труды совещания по управлению горным давлением. - М.: Академиздат, 1938 г.
2. Руппенейт К.В. Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. - М.: Недра, 1975. - 223 с.
3. Руппенейт К.В. О давлении на крепь в штрекообразных выработках // Вопросы горного дела, № 10, 1953 г.
4. Ершов Л.В., Максимов В.А. Математические основы физики горных пород. - М.: МГИ, 1968. - 293 с.
5. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К. Устойчивость горизонтальных выработок в наклонно-слоистом массиве. - Алма-Ата: Наука Казахста-

на, 1971. - 211 с.

6. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Шилкин П.И. Конструирование и расчет набрызгбетонной крепи. - М.: Недра, 1984.

7. Ержанов Ж.С., Сагинов А.С., Векслер Ю.А. Расчет устойчивости горных выработок, подверженных большим деформациям. - Алма-Ата: Наука Казахстана, 1973. - 176 с.

8. Гузь А.Н. Основы теории устойчивости горных выработок. - Киев: Наук. думка, 1977. - 244 с.

9. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. - М.: Недра, 1982. - 272 с.

10. Булычев Н.С., Абрамсон Х.И. Крепь вертикальных стволов шахт. - М.: Недра, 1978. - 191 с.

11. Глушко В.Т., Долинина Н.Н., Розовский М.И. Устойчивость горных выработок. - Киев: Наук. думка, 1973. - 193с.

12. Каспарьян Э.В. Устойчивость горных выработок в скальных породах. - Л.: Изд-во Наука, 1985, - 183 с.

13. Ерофеев Н.П. Прогнозирование устойчивости горных выработок. - Алма-Ата: Наука Казахстана, 1977. - 80 с.

14. Teresawa K. On the elastic equilibrium of semi-infinite solid under given boundary conditions with same applications// J. Of college of sci. Tokyo. Imp.Univ. - 1976.v. 337, N7. pp.16-31.

15. Лабасс А. Давление горных пород в угольных шахтах// В кн. Вопросы теории горного давления. - М.: Недра, 1961. С.59-164.

16. Айталиев Ш.М., Алдамжаров. и другие Реология и сейсмомеханика породного массива. - Алма-Ата: Изд-во Наука Казахстана, 1984, -198 с.

17. Булычев Н.С., Амусин Б.З., Оловянный А.Г. Расчет крепи капитальных горных выработок. - М.: Недра, 1974. - 320 с.

18. Vitek A. Hlanvi parametry vy'zture dlouhy'ch du'lnich de'1 a ne'k tere' za'sady jejich zajis'tova'ni se z'retelem na zve'ts'ujici se hloubku uloze'ni // Uhli, 1972, No1, pp 13-20.

19. Векслер Ю.А., Тутанов С.К. Расчет величины зоны разрушения в окрестности подземных горных выработок //В кн.: Устойчивость и крепление горных выработок. Межвуз. сб., вып.3. - Л.: ЛПИ, 1976. С.59-60.

20. Мельников Н.И. Анкерная крепь. - М.: Недра, 1980. - 252 с.

21. Потапенко В.А., Казанский В.Н. и др. Проведение и поддержание выработок в неустойчивых породах. - М.: Недра, 1990. - 336 с.

22. Широков А.П., Лидер В.А. и др. Анкерная крепь. Справочник. - М.: Недра, 1990. - 208 с.

23. Шехурдин В.К. Горные работы, проведение и крепление горных выработок. - М.: Недра, 1985. - 247 с.

24. Попов В.Л., Каретников В.Н., Еганов В.Н. Расчет крепи подготовительных выработок на ЭВМ. - М.: Недра, 1978. - 277 с.

25. Заплавский Г.А., Лесных В.А. Горные работы, проведение и крепление горных выработок. - М.: Недра, 1986. - 272 с.

26. Попов В.Л., Каретников В.Н., Еганов В.Н. Расчет крепи подготовительных выработок на ЭВМ. - М.: Недра, 1978. - 277 с.

27. Заславский Ю.З., Зорин И.Н., Черняк И.Л. Расчеты параметров крепи выработок глубоких

шахт. - Киев: Техника, 1972. - 156 с.

28. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. - Л.: Недра, 1990. -328 с.

29. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. - Л.: Наука, 1977. -504 с.

30. Айталиев Ш.М., Алдамжаров. и другие Реология и сейсмомеханика породного массива. - Алма-Ата: Изд-во Наука Казахстана, 1984, -198 с.

31. Вознесенский А.С., Набатов В.В. Обоснование методики оценки процессов трещинообразования массива пород вокруг выработок методом регистрации электромагнитного излучения// Изв. вузов. Горный журнал, 2004, №4. С. 122-124.

32. Борисовец В.А., Козел А.М., Ревзюк Е.Б. Облегченные крепления для вертикальных стволов шахт // ЦНИИЭИУголь, 1972 г.

33. Заславский И.Ю., Быков А.В., Компанец В.Ф. Набрызгбетонная крепь. - М.: Недра, 1986. - 198 с.

34. Абрамсон Х.И., Коган В.Г., Цай Т.Н. Возведение и восстановление крепи вертикальных стволов методом безопалубочного бетонирования //

ЦБНТИ Минтяжстроя. Сборная информация, 1972, №11. С.14-16.

35. Быков А.В. Анализ конструкции крепей и пути их совершенствования // Шахтное строительство, 1981, №9. С. 7-9.

36. Воронин В.С. Набрызгбетонная крепь. - М.: Недра, 1980. - 199 с.

37. Дружко Е.Б., Заславский Ю.З., Перепичко Ф.И. Устойчивость основных горных выработок. - Донецк: Донбасс, 1975.

38. Гелескул М.Н., Каретников В.Н. Справочник по креплению капитальных горных выработок. - М.: Недра, 1982. - 479 с.

39. Широков А.П., Лидер В.А., Писляков Б.Г. Расчет анкерной крепи для различных условий применения. - М.: Недра, 1976. - 208 с.

40. Березанцев В.Г. Осесимметричная задача теории предельного равновесия сыпучей среды - М.; ГИТТЛ, 1952 г.

41. Надеждин А.В. Исследование на модели устойчивости стенок незакрепленной вертикальной выработки // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1985, № 1.

УДК 539.3

## ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ

Абдирашидов А., Омонов Ш., Ортиков Б., Кадилов Н., Абдурашидов А.  
Самарканд давлат университети

В этой работе приближенно решена смешанная задача для волнового уравнения методом разделения переменных, методом вариационных итераций и методом разложения Адомиана. Все эти методы обеспечивают последовательность функций, которая сходится к точному решению. Во всех случаях получены одинаковые результаты, но при этом метод разложения Адомиана являлся очень простым и удобным.

**Ключевые слова:** смешанная задача, волновое уравнение, метод разделения переменных, метод вариационных итераций, метод разложения Адомиана, точное решение.

### Aralash masalaning to'liq tenglamasi uchun taqribiy yechimi

Ushbu ishda to'liq tenglamasi uchun aralash masala o'zgaruvchilarni ajratish, variatsion iteratsiyalar, Adomian yoyilmasi usullari bilan taqribiy yechilgan. Bu usullarning barchasi aniq vechimga yaqinlashuvchi funksiyalar ketma-ketligini beradi. Barcha hollarda bir xil natijalar olindi, ammo bu usullar ichidan Adomian yoyilmalar usuli juda sodda va qulay.

**Kalit so'zlar:** aralash masala, to'liq tenglamasi, variatsion iteratsiyalar usuli, Adomian yoyilmalar usuli, aniq yechim.

### Approximate solution of the mixed problem for the wave equation

In this work, the mixed problem for the wave equation is approximately solved by the method of separation of variables, the method of variational iterations, and the method of decomposition of Adoman. All of these methods provide a sequence of functions that converges to an exact solution. In all cases, the same results were obtained, but the Adomian decomposition method was very simple and convenient.

**Keywords:** mixed task, wave equation, variable separation method, variational iteration method, Adomian decomposition method, exact solution.

**Введение.** Основной задачей строительной механики является разработка методов расчёта и получения данных для надёжного и экономичного проектирования зданий и сооружений. Надёжные методы расчётов таких зданий и сооружений позволяют возводить достаточно лёгкие и надёжные конструкции. Определённые математические модели и расчёты некоторых объектов строительной механики приводятся к решению линейных или нелинейных уравнений математической физики. Известно,

что во многих практических случаях моделирование прикладных задач приводятся к решению дифференциальных уравнений, в частности, к решению дифференциальных уравнений с частными производными. При этом важный этап решения таких задач является определить тип полученного уравнения и привести ее к каноническому виду, чтобы далее было удобно применить к решению данной задачи более известную метод [1,2]. В данной работе предложены применения современных более про-

стных и точных методов решения таких уравнений [1-9].

**Постановка задачи.** В общем случае, сначала требуется определить тип уравнения

$$a_{11}(x, y)u_{xx} + 2a_{12}(x, y)u_{xy} + a_{22}(x, y)u_{yy} + a(x, y)u_x + b(x, y)u_y + c(x, y)u = f(x, y) \quad (1)$$

и привести его к каноническому виду [1].

1<sup>0</sup>. Тип уравнения (1) определяется знаком выражения  $a_{12}^2 - a_{11}a_{22}$ : уравнение (1) в точке  $M(x, y)$  называется уравнением: гиперболического типа, если  $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} > 0$ ; эллиптического типа, если  $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} < 0$ ; параболического типа, если  $a_{12}^2 - a_{11}a_{22} = 0$ . Уравнение (1) будет являться уравнением гиперболического, эллиптического, параболического типа в области  $D$ , если оно гиперболично, эллиплично, параболично в каждой точке этой области. Уравнение (1) может менять свой тип при переходе из одной точки (области) в другую. Например, уравнение  $uu_{xx} + u_{yy} = 0$  является уравнением эллиптического типа в точках  $(x, y)$ ,  $y > 0$ ; параболического типа в точках  $(x, 0)$ ; и гиперболического типа в точках  $(x, y)$ ,  $y < 0$ .

2<sup>0</sup>. Чтобы привести уравнение к каноническому виду, необходимо: • определить коэффициенты  $a_{11}(x, y)$ ,  $a_{12}(x, y)$ ,  $a_{22}(x, y)$ ; • вычислить выражение  $a_{12}^2 - a_{11}a_{22}$ ; • сделать вывод о типе уравнения (1) (см. п. 1<sup>0</sup>); • записать уравнение характеристик:  $a_{11}(x, y)dy^2 - 2a_{12}(x, y)dx dy + a_{22}(x, y)dx^2 = 0$ ; • решить данное характеристическое уравнение как квадратное уравнение относительно  $dy$ :

$dy = [(a_{12}(x, y) \pm \sqrt{a_{12}^2 - a_{11}a_{22}}) / a_{11}] dx$ ; найти общие интегралы характеристического уравнения (характеристики уравнения (1)):  $\varphi_1(x, y) = C_1$ ,  $\psi_1(x, y) = C_2$ , - в случае уравнения гиперболического типа;  $\varphi_2(x, y) = C$  - в случае уравнения параболического типа;  $\varphi_3(x, y) \pm i\psi_3(x, y) = C$  - в случае уравнения эллиптического типа; • ввести новые (характеристические) переменные  $\xi$  и  $\eta$ : в случае уравнения гиперболического типа в качестве  $\xi$  и  $\eta$  берут общие интегралы  $\xi = \varphi_1(x, y)$ ,  $\eta = \psi_1(x, y)$ ; в случае уравнения параболического типа в качестве  $\xi$  берут общий интеграл  $\xi = \varphi_2(x, y)$ , а в качестве  $\eta$  берут произвольную, дважды дифференцируемую функцию  $\psi_2$ , не выражающуюся через  $\varphi_2(x, y)$ , т.е.  $\eta = \psi_2(x, y)$ ; в случае уравнения эллиптического типа в качестве  $\xi$  и  $\eta$  берут вещественную и мнимую часть любого из общих интегралов; • пересчитать все производные, входящие в уравнение (1), используя правило дифференцирования сложной функции; • подставить найденные производные в исходное уравнение (1) и привести подобные слагаемые. В результате уравнение (1) примет один из следующих видов: в случае уравнения гиперболического типа:  $u_{\xi\eta} + F_1(u_{\xi}, u_{\eta}, u, \xi, \eta) = 0$ ; в случае уравнения параболического типа:  $u_{\eta\eta} + F_1(u_{\xi}, u_{\eta}, u, \xi, \eta) = 0$ ; в случае уравнения эллиптического типа:  $u_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} + F_1(u_{\xi}, u_{\eta}, u, \xi, \eta) = 0$ .

**Пример 1.** Определить тип уравнения  $u_{xx} - 2u_{xy} \sin x - u_{yy} \cos^2 x - u_y \cos x + xy = 0$  и привести его к каноническому виду.

**Решение:** Решение данного примера выполним с помощью Maple 17.

```
> restart : with(linalg) : with(PDETools) : with(ODETools) :
> with(PDEtools, casesplit, declare) : declare(u(x, y)) :
u(x, y) will now be displayed as u
> a := 1, -2·sin(x), -cos(x)^2, 0, -cos(x), 0, x·y :
# Задание коэффициентов и составление уравнение
> equ := a[1]·diff(u(x, y), x, x) + a[2]·diff(u(x, y), x, y) + a[3]·diff(u(x, y), y, y) + a[4]·diff(u(x, y), x) + a[5]·diff(u(x, y), y) + a[6]·u(x, y) + a[7] = 0; eq := lhs(equ) :
equ := u_{x,x} - 2 sin(x) u_{x,y} - cos(x)^2 u_{y,y} - cos(x) u_y + xy = 0
> # Определение тип уравнение
A := linalg[matrix](2, 2, [coeff(eq, diff(u(x, y), x, x)), coeff(eq, diff(u(x, y), x, y)) / 2,
coeff(eq, diff(u(x, y), x, y)) / 2, coeff(eq, diff(u(x, y), y, y))]) : Delta :=
-simplify(linalg[det](A));
Δ := 1
```

```

> # Составление уравнение характеристик и её решение
A[1,1]·z2 - 2·A[1,2]·z + A[2,2] = 0; res := solve(A[1,1]·z2 - 2·A[1,2]·z + A[2,2], z);
z2 + 2z sin(x) - cos(x)2 = 0
res := -sin(x) - 1, -sin(x) + 1
> # Введение характеристические переменные
subs(y=y(x), res[1]) : res1 := dsolve(diff(y(x), x) = %, y(x)) : res1 := subs(y(x)=y,
res1) : eq1 := xi = solve(res1, _C1) : subs(y=y(x), res[2]) : res2 := dsolve(diff(y(x),
x) = %, y(x)) : res2 := subs(y(x)=y, res2) : eq2 := eta = solve(res2, _C1) :
> itr := {eq1, eq2}; tr := solve(itr, {x, y});
itr := {η = -cos(x) - x + y, ξ = -cos(x) + x + y}
tr := {x = 1/2 ξ - 1/2 η, y = 1/2 η + cos(-1/2 ξ + 1/2 η) + 1/2 ξ}
> # Составление канонический вид заданного уравнения и её упрощения
PDE1 := PDEtools[dchange](tr, eq, itr, [eta, xi], simplify) = 0;
PDE1 := -4uη,ξ - 1/2 η cos(-1/2 ξ + 1/2 η) + 1/2 ξ cos(-1/2 ξ + 1/2 η) - 1/4 η2 + 1/4 ξ2
= 0
> newvar := {ξ = x + t, η = x - t} : PDE2 := dchange(newvar, PDE1);
PDE2 := ut,t - ux,x - 1/2 (x - t) cos(t) + 1/2 (x + t) cos(t) - 1/4 (x - t)2 + 1/4 (x + t)2 = 0
> PDE3 := expand(subs(u(t, x) = v(t, x) + t·cos(t) - 2·sin(t), lhs(PDE2))) = 0;
PDE3 := vt,t - vx,x + xt = 0

```

Таким образом, заданное уравнение является гиперболического типа во всей плоскости  $xOy$ , а её канонический вид  $v_{tt} - v_{xx} + xt = 0$ .

**Пример 2.** Считаем, что заданное дифференциальное уравнение в частных производных приведен к каноническому виду. Требуется точно решать следующую смешанную задачу для волнового уравнения методом разделения переменных (МРП), методом вариационных итераций (МВИ) и методом разложения Адомиана (МРА) [2, 7]:

$$u_{tt} = a^2 u_{xx} + x \sin t, \quad 0 \leq x \leq l, \quad t > 0, \quad (1)$$

$$u(0, t) = 0, \quad u(l, t) = -l \sin t, \quad (2)$$

$$u(x, 0) = \sin \frac{\pi x}{l}, \quad u_t(x, 0) = -x. \quad (3)$$

Для решения задачи примем обозначение  $u(x, t) = v(x, t) - x \sin t$ . Из задачи (1)-(3) получим следующую задачу:

$$v_{tt} = a^2 v_{xx} \quad 0 \leq x \leq l, \quad t > 0, \quad (4)$$

$$v(0, t) = 0, \quad v(l, t) = 0, \quad (5)$$

$$v(x, 0) = \sin \frac{\pi x}{l}, \quad v_t(x, 0) = 0. \quad (6)$$

1) По идею МРП имеем:  $v(x, t) = X(x) \cdot T(t)$ . Подставляя это выражение к уравнению (4) имеем две уравнения вида [7]

$$T'' \cdot X = a^2 X'' \cdot T \Rightarrow \frac{T''}{a^2 T} = \frac{X''}{X} = \lambda - const.$$

Отсюда получим спектральную задачу:

$$X'' - \lambda X = 0, \quad X(0) = X(l) = 0.$$

При  $\lambda < 0$  имеем

$$X(x) = a \cos \sqrt{-\lambda} x + b \sin \sqrt{-\lambda} x, \quad X(0) = 0 \text{ и}$$

$$X(l) = 0 \Rightarrow X_n(x) = \sin \frac{n\pi}{l} x, \quad n \in N; \text{ а вторая}$$

$$T_n'' + \left(\frac{an\pi}{l}\right)^2 T_n = 0 \Rightarrow$$

$$T_n = a_n \cos \frac{an\pi}{l} t + b_n \sin \frac{an\pi}{l} t.$$

Общее решение уравнение (4) и (5):

$$v(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{an\pi}{l} t + b_n \sin \frac{an\pi}{l} t \right) \cdot \sin \frac{n\pi}{l} x,$$

а из условия (6) имеем

$$v(x, 0) = \sin \frac{\pi x}{l} = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cdot \sin \frac{n\pi}{l} x \Rightarrow a_1 = 1, a_k = 0$$

$$k=2, 3, 4, \dots;$$

$$v_t(x, 0) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{an\pi}{l} \cdot b_n \cdot \sin \frac{n\pi}{l} x \Rightarrow b_n = 0.$$

Точное решение задачи (4)-(6):

$$v(x, t) = \cos \frac{a\pi}{l} t \cdot \sin \frac{\pi x}{l}.$$

2) Теперь уравнение (4) будем решать сначала по начальным условиям (6), а затем с граничными условиями (5) методом разложения Адомиана (МРА).

Для МРА имеем формулу приближенного решения задачи (4) и (6) [2]:

$$\int_0^t d\xi \int_0^t v_{\xi\xi}(x, \xi) d\xi = \int_0^t d\xi \int_0^t a^2 v_{xx}(x, \xi) d\xi \Rightarrow$$

$$v(x, t) = \sin \frac{\pi x}{l} + \int_0^t d\xi \int_0^t a^2 v_{xx}(x, \xi) d\xi.$$

По идею МРА:  $v(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} v_n(x, t) \Rightarrow$

$$v_0(x, t) + v_1(x, t) + v_2(x, t) + \dots = \sin \frac{\pi x}{l} +$$

$$+ \int_0^t d\xi \int_0^t a^2 [v_0(x, \xi) + v_1(x, \xi) + v_2(x, \xi) + \dots]_{xx} d\xi;$$

$$v_0(x, t) = \sin \frac{\pi x}{l};$$

$$v_1(x, t) = \int_0^t d\xi \int_0^t a^2 [v_0(x, \xi)]_{xx} d\xi =$$

$$= -\left(\frac{a\pi}{l}\right)^2 \cdot \frac{t^2}{2!} \cdot \sin \frac{\pi x}{l};$$

$$v_2(x, t) = \int_0^t d\xi \int_0^t a^2 [v_1(x, \xi)]_{xx} d\xi =$$

$$= \left(\frac{a\pi}{l}\right)^4 \cdot \frac{t^4}{4!} \cdot \sin \frac{\pi x}{l}; \dots;$$

$$v_n(x, t) = \int_0^t d\xi \int_0^t a^2 [v_{n-1}(x, \xi)]_{xx} d\xi =$$

$$= (-1)^n \cdot \left(\frac{a\pi}{l}\right)^{2n} \cdot \frac{t^{2n}}{(2n)!} \cdot \sin \frac{\pi x}{l} \quad \text{и т.д.}$$

Точное решение задачи (4) и (6):

$$v(x, t) = v_0(x, t) + v_1(x, t) + \dots = \cos \frac{a\pi}{l} t \cdot \sin \frac{\pi x}{l}.$$

Для МРА имеем формулу приближенного решения задачи (4) и (5):

$$\int_0^x d\xi \int_0^x v_{\xi\xi}(\xi, t) d\xi = \int_0^x d\xi \int_0^x \frac{1}{a^2} v_{tt}(\xi, t) d\xi \Rightarrow$$

$$v(x, t) = x \cdot \varphi(t) + \int_0^x d\xi \int_0^x \frac{1}{a^2} v_{tt}(\xi, t) d\xi.$$

Здесь  $\varphi(t) = v_x(0, t)$ , (7)

По идею МРА:  $v(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} v_n(x, t) \Rightarrow$

$$v_0(x, t) + v_1(x, t) + v_2(x, t) + \dots = x \cdot \varphi(t) +$$

$$+ \int_0^x d\xi \int_0^x \frac{1}{a^2} [v_0(\xi, t) + v_1(\xi, t) + v_2(\xi, t) + \dots]_{tt} d\xi;$$

$$v_0(x, t) = x \cdot \varphi(t);$$

$$v_1(x, t) = \int_0^x d\xi \int_0^x \frac{1}{a^2} [v_0(\xi, t)]_{tt} d\xi = \left(\frac{1}{a}\right)^2 \cdot \frac{x^3}{3!} \cdot \varphi''(t);$$

$$v_2(x, t) = \int_0^x d\xi \int_0^x \frac{1}{a^2} [v_1(\xi, t)]_{tt} d\xi = \left(\frac{1}{a}\right)^4 \cdot \frac{x^5}{5!} \cdot \varphi^{IV}(t)$$

$$v_n(x, t) = \int_0^x d\xi \int_0^x \frac{1}{a^2} [v_{n-1}(\xi, t)]_{tt} d\xi =$$

$$\dots; \quad \text{и т.д.}$$

$$= \left(\frac{1}{a}\right)^{2n} \cdot \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \cdot \varphi^{(2n)}(t)$$

Общее решение уравнение (4), (5) и (7):

$$v(x, t) = x\varphi(t) + \left(\frac{1}{a}\right)^2 \frac{x^3}{3!} \varphi''(t) + \left(\frac{1}{a}\right)^4 \frac{x^5}{5!} \varphi^{IV}(t) +$$

$$\dots + \left(\frac{1}{a}\right)^{2n} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \varphi^{(2n)}(t) + \dots$$

а из условия (6) имеем

$$v(x, 0) = \sin \frac{\pi x}{l} = x\varphi(0) + \left(\frac{1}{a}\right)^2 \frac{x^3}{3!} \varphi''(0) +$$

$$* \left(\frac{1}{a}\right)^4 \frac{x^5}{5!} \varphi^{IV}(0) + \dots + \left(\frac{1}{a}\right)^{2n} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \varphi^{(2n)}(0) + \dots$$

$$v_t(x, 0) = 0 = x\varphi'(0) + \left(\frac{1}{a}\right)^2 \frac{x^3}{3!} \varphi'''(0) +$$

$$+ \left(\frac{1}{a}\right)^4 \frac{x^5}{5!} \varphi^{V}(0) + \dots + \left(\frac{1}{a}\right)^{2n} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \varphi^{(2n+1)}(0) + \dots$$

$$\varphi(0) = \frac{\pi}{l}; \quad \varphi'(0) = 0; \quad \varphi''(0) = -\frac{\pi}{l} \left(\frac{a\pi}{l}\right)^2;$$

$$\Rightarrow \quad \varphi'''(0) = 0; \dots; \quad \varphi^{(2n)}(0) = (-1)^n \frac{\pi}{l} \left(\frac{a\pi}{l}\right)^{2n};$$

$$\varphi^{(2n+1)}(0) = 0 \text{ и т.д.} \Rightarrow \varphi(t) = \frac{\pi}{l} \cos \frac{a\pi}{l} t.$$

Точное решение задачи (4)-(6):

$$v(x, t) = \cos \frac{a\pi}{l} t \cdot \sin \frac{\pi x}{l}.$$

3) Уравнение (4) будем решать сначала по начальным условиям (6), а затем с граничными условиями (5) методом вариационных итераций (МВИ).

Для решения задачи (4)-(6) МВИ примем обозначение

$$v(x, t) = \int_0^t w(x, \xi) d\xi + \sin \frac{\pi x}{l} \quad (8)$$

Из уравнения (4) получим следующую интегро-дифференциальное уравнение:

$$w_t(x, t) = a^2 \int_0^t w_{xx}(x, \xi) d\xi - \left(\frac{a\pi}{l}\right)^2 \sin \frac{\pi x}{l}, \quad (9)$$

$$w(x, 0) = 0$$

По идею МВИ имеем формулу приближен-

ного решения задачи (9):

$$w_{n+1}(x, t) = w_n(x, t) + \int_0^t \lambda(\xi) \left[ \frac{\partial w_n(x, \xi)}{\partial \xi} - a^2 \int_0^\xi \frac{\partial^2 \tilde{w}_n(x, \eta)}{\partial x^2} d\eta + \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2 \sin \frac{\pi x}{l} \right] d\xi.$$

Здесь  $\lambda(\xi)$  - множитель Лагранжа, а для стационарного случая  $\lambda'(\xi)|_{\xi=t} = 0$ ,  $1 + \lambda(\xi)|_{\xi=t} = 0$  и отсюда имеем  $\lambda(\xi) = -1$ . Тогда имеем приближенную формулу

$$w_{n+1}(x, t) = w_n(x, t) - \int_0^t \left[ \frac{\partial w_n(x, \xi)}{\partial \xi} - a^2 \int_0^\xi \frac{\partial^2 \tilde{w}_n(x, \eta)}{\partial x^2} d\eta + \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2 \sin \frac{\pi x}{l} \right] d\xi.$$

Применяя МВИ, получим следующие результаты:

$$w_0(x, t) = 0; \quad w_1(x, t) = - \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2 \cdot t \cdot \sin \frac{\pi x}{l};$$

$$w_2(x, t) = \left[ - \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2 t + \left( \frac{a\pi}{l} \right)^4 \frac{t^3}{3!} \right] \cdot \sin \frac{\pi x}{l} \text{ и т.д.}$$

Точное решение задачи (9):

$$w(x, t) = \lim_{n \rightarrow \infty} w_n(x, t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[ - \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2 t + \left( \frac{a\pi}{l} \right)^4 \frac{t^3}{3!} + \dots + (-1)^n \left( \frac{a\pi}{l} \right)^{2n} \frac{t^{2n-1}}{(2n-1)!} + \dots \right] \cdot \sin \frac{\pi x}{l}$$

а из обозначения (8) имеем

$$v(x, t) = \int_0^t w(x, \xi) d\xi + \sin \frac{\pi x}{l} = \left[ 1 - \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2 \frac{t^2}{2!} + \left( \frac{a\pi}{l} \right)^4 \frac{t^4}{4!} + \dots + (-1)^n \left( \frac{a\pi}{l} \right)^{2n} \frac{t^{2n}}{(2n)!} + \dots \right] \times \sin \frac{\pi x}{l} = \cos \frac{a\pi}{l} t \sin \frac{\pi x}{l}.$$

Для решения задачи (4) и (5) МВИ примем

$$\text{обозначение } v(x, t) = \int_0^x w(\xi, t) d\xi \text{ (10).}$$

Из уравнения (4) получим следующую интегро-дифференциальное уравнение:

$$w_x(x, t) = \frac{1}{a^2} \int_0^x w_{tt}(\xi, t) d\xi, \quad w(0, t) = \varphi(t), \text{ (11)}$$

По идею МВИ имеем формулу приближенного решения задачи (11):

$$w_{n+1}(x, t) = w_n(x, t) + \int_0^x \lambda(\xi) \left[ \frac{\partial w_n(\xi, t)}{\partial \xi} - \frac{1}{a^2} \int_0^\xi \frac{\partial^2 \tilde{w}_n(\eta, t)}{\partial t^2} d\eta \right] d\xi.$$

Здесь также  $\lambda(\xi) = -1$ . Тогда имеем приближенную формулу

$$w_{n+1}(x, t) = w_n(x, t) - \int_0^x \left[ \frac{\partial w_n(\xi, t)}{\partial \xi} - \frac{1}{a^2} \int_0^\xi \frac{\partial^2 \tilde{w}_n(\eta, t)}{\partial t^2} d\eta \right] d\xi.$$

Применяя МВИ, получим следующие результаты:

$$w_0(x, t) = \varphi(t); \quad w_1(x, t) = \varphi(t) + \varphi''(t) \left( \frac{1}{a} \right)^2 \cdot \frac{x^2}{2!};$$

$$w_2(x, t) = \varphi(t) + \varphi''(t) \left( \frac{1}{a} \right)^2 \cdot \frac{x^2}{2!} + \varphi^{IV}(t) \left( \frac{1}{a} \right)^4 \cdot \frac{x^4}{4!} \text{ и}$$

т.д.

Точное решение задачи (11):

$$w(x, t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[ \varphi(t) + \varphi''(t) \left( \frac{1}{a} \right)^2 \cdot \frac{x^2}{2!} + \varphi^{IV}(t) \left( \frac{1}{a} \right)^4 \cdot \frac{x^4}{4!} + \dots + \varphi^{(2n)}(t) \left( \frac{1}{a} \right)^{2n} \cdot \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \dots \right]$$

а из обозначения (10) имеем

$$w(\xi, t) = x\varphi(t) + \varphi''(t) \left( \frac{1}{a} \right)^2 \frac{x^3}{3!} +$$

$$v(x, t) = \int_0^x \varphi^{IV}(t) \left( \frac{1}{a} \right)^4 \frac{x^5}{5!} + \dots + \varphi^{(2n)}(t) \left( \frac{1}{a} \right)^{2n+1} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$$

а из условия (6) имеем

$$v(x, 0) = \sin \frac{\pi x}{l} = x\varphi(0) + \left( \frac{1}{a} \right)^2 \frac{x^3}{3!} \varphi''(0) + \left( \frac{1}{a} \right)^4 \frac{x^5}{5!} \varphi^{IV}(0) + \dots + \left( \frac{1}{a} \right)^{2n} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \varphi^{(2n)}(0) + \dots$$

$$v_t(x, 0) = 0 = x\varphi'(0) + \left( \frac{1}{a} \right)^2 \frac{x^3}{3!} \varphi'''(0) + \left( \frac{1}{a} \right)^4 \frac{x^5}{5!} \varphi^V(0) + \dots + \left( \frac{1}{a} \right)^{2n} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} \varphi^{(2n+1)}(0) + \dots$$

$$\Rightarrow \varphi(0) = \frac{\pi}{l}; \quad \varphi'(0) = 0; \quad \varphi''(0) = -\frac{\pi}{l} \left( \frac{a\pi}{l} \right)^2;$$

$$\varphi'''(0) = 0; \dots; \quad \varphi^{(2n)}(0) = (-1)^n \frac{\pi}{l} \left( \frac{a\pi}{l} \right)^{2n};$$

$$\varphi^{(2n+1)}(0) = 0 \text{ и т.д.} \Rightarrow \varphi(t) = \frac{\pi}{l} \cos \frac{a\pi}{l} t.$$

Точное решение задачи (4)-(6):

$$v(x, t) = \cos \frac{a\pi}{l} t \cdot \sin \frac{\pi x}{l}.$$

Точное решение задачи (1)-(3):

$$u(x, t) = v(x, t) - x \sin t = \cos \frac{a\pi}{l} t \cdot \sin \frac{\pi x}{l} - x \sin t.$$

Эти результаты проверены с помощью математического пакета Maple 17 [6].

**Выводы.** Таким образом, МРП, МВИ и

МРА дают одинаковые результаты, но МРА является более простым, точным и быстро приближающим к точному решению задачи. Поэтому в дальнейшем рекомендуется использование МРА при решении линейных и нелинейных задач математической физики [1-2, 8-12].

#### Литература:

1. Adomian, G. Solving Frontier Problems of Physics: The Decomposition Method. Boston, MA: Kluwer, 1994.
2. Wazwaz A. M. Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory. Higher Education Press, Berlin Heidelberg, 2009. - 761 p.
3. Abdurashidov A. A. Resheniya nelineynix volnovix uravneniy metodom variatsionnix iteratsiy // Mejdunarodniy nauchniy jurnal: Molodoy ucheniy. - 2017. - №6. - S. 4-8.
4. Abdurashidov A. A. Tochnoye resheniye nekotorig nelineynix uravneniy Gardnera uproshyennim metodom ukorochennix razlozeniy // Mejdunarodniy setevoy nauchno-prakticheskiy jurnal: Nauka sredi nas. 2(6), 2018. – S. 35-46.
5. Abdurashidov A. A., Kasimova F. U., Raximova X.A. Priblizhennoye resheniye volnovix uravneniy boleye visokogo poryadka metodom variatsionnix iteratsiy. Mejdunarodniy nauchniy jurnal: Razvitiye i aktualniye

vosprosi sovremennoy nauki, №4 (4), 2017. - S. 4-9.

6. Alekseyev Ye. R., Chesnokova O. V. Resheniye zadach vichislitelnoy matematiki v paketax Mathcad, Matlab, Maple (Samouchitel). – M.: NT Press, 2006. – 496 s.
7. Bisadze A. V., Kalinichenko D. F. Sbornik zadach po uravneniyam matematicheskoy fiziki. Ucheb. posobiye dlya mexaniko-matemat. i fiz. spes. vuzov. - 2-ye izd., dop. - M.: Nauka, 1985. - 310 s.
8. Kudryashov N. A. Metodi nelineynoy matematicheskoy fiziki: Uchebnoye posobiye. 2-ye izd. Dolgoprudniy: Intellekt, 2010.- 368 s.
9. Polyanin A. D., Zaysev V. F., Jurov A. I. Metodi resheniya nelineynix uravneniy matematicheskoy fiziki i mexaniki. – M.: FIZMATLIT, 2005. – 256 s.
10. He J. H., Wu X. H. Variational iteration method: New development and applications, Computers and Mathematics with Applications. 2007, 54 (7-8): 881-894.
11. He. J. H., Variational iteration method-Some recent results and new interpretations. Journal of Computational and Applied Mathematics, 207 (2007), 3-17.
12. Abdou M. A., Soliman A. A., New applications of variational iteration method. Phys. D, 211 (1-2) (2005), 1-8.

УДК:010204

### МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ УЗЛОВ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ.

Холбутаев У.Х. Джизакский политехнический институт

В этой статье делается краткий обзор о методах оптимального проектирования сейсмостойких сооружений. Преимущество отдается методу оптимального проектированию на основе случайного поиска. Сформулированы критерия качества т.е. целевую функцию - минимизирующую разность удельных весов сложного узла и боковых труб, приходящихся на единицу длины, по занимаемому объему. Целевая функция реализовалась на ЭВМ. Полученные числовые результаты приведен в виде таблицы. Делается выводы относительно сейсмостойкостью сложного узла подземных сооружений.

**Ключевые слова:** Оптимальное проектирования, целевая функция, критерия качества, случайный поиск, сложный узел.

This article provides a brief overview of methods for the optimal design of earthquake-resistant structures. Advantage is given to the method of optimal design based on random search. The quality criterion is formulated i.e. the objective function is the minimizing difference in the specific gravities of the complex unit and the side pipes per unit length over the occupied volume. The objective function was implemented on a computer. The obtained numerical results are given in the form of a table. Conclusions are made regarding the earthquake resistance of a complex unit of underground structures.

**Key words:** Optimal design, objective function, quality criterion, random search, complex node.

Бу мақолада зилзилабордош иншоотларни оптимал лойиҳалаш усуллари хақида кискача таҳлил берилди. Устунлик тасодифий излаш (случайный поиск) усулдаги оптимал лойиҳалашга берилди. Эгаллаган ҳажмида узунлик бирлигига мос келувчи мураккаб тугун ва туташувчи қувурларнинг нисбий оғирликлари айирмаси - мақсадли функция яъни сифат критерияси сифатида ифодаланган. Мақсадли функция ЭХМ да қўлаштирилди. Олинган сонли натижалар жадвал қўринишда келтирилган. Олинган натижалар асосида ерости мураккаб тугуннинг зилзилабордошлиги ҳақида хулосалар чиқарилган.

**Калит сўзлар:** Оптимал лойиҳалаш, мақсадли функция, сифат критерияси, тасодифий излаш, мураккаб тугун.

Оптимальное проектирование сейсмостойких конструкции и сооружений относительно новая область в теории сейсмостойкого строительства [1]. История оптимального проектирования сейсмостойких сооружений захватывает в основном, последние 30-35 лет; неболь-

шие количество работ посвящено оптимальному проектированию лишь надземных сооружений при землетрясениях [1]. По оптимальному проектированию подземных сооружений при землетрясениях, в известной нам литературе исследования вообще не проводились; отсут-

ует даже постановки подобных задач. Исследования по оптимизации надземных сооружений в большинстве случаев [1,2] носят постановочный характер и не содержат конкретных численных результатов. Это связано видимо с определенными объективными трудностями, такими, как: отсутствие надежных алгоритмов по решению возникающих при оптимизации задач нелинейного программирования, недостаточность информации о последствиях землетрясений и т.д.

В настоящей статье дается общая постановка оптимизационных задач для сложных узлов подземных сооружений, приводится краткое описание алгоритмов и их применение для задач оптимизации при землетрясениях. Исследуются некоторые однокритериальное и многокритериальные задачи оптимизации параметров сложных узлов подземных сооружений при землетрясениях.

При проектировании сооружений неизбежно приходится сталкиваться с проблемой выбора наиболее выгодного (оптимального) варианта из множества возможных. Во многих случаях эта проблема может быть описана в терминах математического программирования - тройкой следующего вида [3].

$$W = \langle X, D, F \rangle \quad (1)$$

Задание в форме (1) характеризует качественную определенность конкретной задачи оптимального проектирования, позволяя свести ее стандартной экстремальной задаче

$$F = \text{extr} \quad (2) \\ X \in D$$

Приведение реальных задач оптимального проектирования конструкций к стандартному виду (2) открывает путь для применения мощного аппарата поисковой оптимизации в комплексе с современными средствами вычислительной техники в проектном деле.

Важным фактором успеха при решении задач оптимального проектирования сейсмостойких сооружений является наличие в распоряжении исследователя устойчиво работающих поисковых алгоритмов.

Оптимизационные задачи в сейсмостойком строительстве являются весьма разнообразными по своим постановкам, поэтому их реализации на ЭВМ в принципе не связана со стандартными алгоритмами: для каждой (или группы) задач необходимо разработка специального поискового алгоритма учитывающего ее особенности.

Получение оптимальной конструкции, является экстремальной задачей, теоретические методы решения которой разработаны достаточно хорошо. Однако особенности задач оптимального проектирования затрудняют и ограничивают непосредственное применение достижимой теории.

Существующие аналитические методы решения задач оптимального проектирования использует чаще всего необходимые условия оптимальности, удовлетворение которым не гарантирует получения искомого решения задачи оптимизации. Подобными условиями, например являются принцип максимума Л.С. Понтрягина в теории оптимального управления [4] или условия теоремы Куна - Таккера в выпуклом программировании [5]. Однако получение таких условий предъявляет весьма жестких требования к классу функций экстремальной задачи

Учитывая изложенные обстоятельства, основную математическую модель задачи оптимального проектирования удобно всего выразить как задачи математического программирования [5,6]. Такой подход позволяет с единых позиций ставить и решать широкий класс экстремальных задач. Методы математического программирования обладают определенной универсальностью и не требуют ни разработки специальной методики решения, ни приспособления существующего метода для каждой новой конкретной задачи.

Классические методы решения задач нелинейного программирования оказываются мало пригодными и ненадежными, когда речь идет о негладких функциях, определяющих задачу оптимального проектирования, или о больших размерностях этой задачи. Препятствием для использования классических методов является также большое число ограничений и алгоритмическое их задание. Если к тому же нелинейные функции, входящие в ограничения или функции цели, трудно вычислимы, не дифференцируемы и имеют овражное строение, то ясно, что применяя какой-нибудь один, даже достаточно эффективный метод оптимизации, трудно надеяться на успех. Общепризнано, что случайный поиск является одним из наиболее универсальных методов решения сложных оптимизационных задач, выдвигаемых современной наукой и техникой.

Универсальность этого метода объясняется независимостью структуры алгоритма и программы для ЭВМ, реализующей этот алгоритм, от вида функционала цели и ограничений к достоинствам случайного поиска следует отнести также простоту алгоритма, возможность адаптации и решения задач большой размерности. Его характеристики применительно к конкретным задачам могут быть значительно улучшены с помощью специальных приемов выборки стартовой точки, настройки параметров поиска в диалоговом режиме, и т. д. [7,8]. Случайный поиск является наиболее приемлемым при численной реализации рассматриваемых моделей оптимального проектирования конструкции подземных сооружений по сле-

дующим основным причинам:

1. При оптимизации нелинейных многопараметрических объектов, какими являются сейсмостойкие сооружения, случайный поиск имеет преимущество перед градиентными методами по критерию быстродействия [7]. Кроме того, для градиентных методов требуется аккуратный подбор шагов и большое количество предварительных вычислений градиента с использованием конечно-разностных схем, что часто неосуществимо при реализации оптимизационных моделей.

2. Довольно часто сложность оптимизационных моделей (связанная, например, с многоэкстремальностью, размерностью вектора X, структурой целевого функционала F или множества D) при доведении их до числа не позволяет ограничиться чисто математическими исследованиями и применения разнообразных эвристических приемов, которые могут быть легко реализованы в адаптивных схемах случайного поиска.

3. Опыт показывает, что применение метода случайного поиска дает достаточно удовлетворительные для проектировщиков результаты [9], так как в большинстве случаев высокая точность измерения экстремума необязательна из-за приближенности исходных данных, расчетных моделей и технологии изготовления.

Одной из особенностей метода случайного поиска является требование принадлежности всей поисковой траектории допустимой области. Следовательно стартовая точка, с которой начинается процесс оптимизации, также должна лежать в этой области. Оптимизационные модели могут включать ограничения, сильно чувствительные к изменению переменных. Это приводит к допустимой области овражного типа, где отыскание стартовой точки является нетривиальной проблемой [7].

Для реализации на ЭВМ оптимизационных моделей использовалась модификация алгоритма случайного поиска «с двойным возвратом при неудачном шаге» [7] – рандомизированный алгоритм «с двойным возвратом», описания которых приведены в работе [10].

Ограничения задачи задаются аналитически (конструктивные) или численно (ограничения по прочности и жесткости конструкции). Для определения максимального значения интенсивности напряжения в элементах сложного

узла на каждом шаге процесса оптимизации решается задача динамического анализа НДС сложного узла подземных сооружений.

В результате оптимизации получаем следующую информацию: значения вектора параметров, функции цели и ограничений оптимального проекта количество обращений к вычислению функции цели и ограничений в процессе оптимизации сооружений.

**Оптимизация параметров сложного узла.**

Рассмотрим целевую функцию - минимизирующую разности удельных весов сложного узла и боковых труб, приходящихся на единицу длины по занимаемому объему следующим образом:

$$G_2(\bar{X}) = \{\pi\rho_k X_4 (R_{KH}^2 - X_2^2) + 2\pi\rho_k X_2^2 (R_{KH} - X_2 - 2\pi\rho_k (RT_n + \delta) 2R_{KH} - X_2 + 2\pi\rho_k (RT_n + \delta + X_6) 2R_{mn} + \delta) 2X_5 / (2R_{KH}) - [2\pi\rho T X_3 R T_n 2 - X_1 2] / X_3 \} \xrightarrow{X \in D} \min \quad (1)$$

Ограничений для этой целевой функций принимаем в следующем виде:

$$\dot{y}_t = \mathbf{0} \text{ (npu max \{extr } \tilde{y}(t)\})} \quad (2)$$

$$P_{\tilde{y}}(\bar{X}) - P_{\tilde{y}_0}(\bar{X}) = 0 \quad (3)$$

$$\sigma_m \leq [\sigma]_m \quad (4)$$

$$\sigma_{cm} \leq [\sigma]_{cm} \quad (5)$$

$$\sigma_{y3} \leq [\sigma]_{y3} \quad (6)$$

$$X_i^+ \leq X_i \leq X_i^- \quad (7)$$

Здесь обозначено векторы управляемых параметров:

$$\bar{X} = \{X_1 = R_{TB}, X_2 = R_{KB}, X_3 = L, X_4 = H, X_5 = l_1, X_6 = h_{cm}\}$$

Оптимизационный модель (1)-(7) для сложных узлов подземных сооружений при землетрясениях реализовались на ЭВМ при действии одинарного сейсмического импульса [11], с помощью алгоритма [9] случайного поиска при следующих исходных данных:

$$\rho_T = \rho_K = 2,4 \cdot \frac{10^{-3} \text{ кг}}{\text{см}^3}, E = 2,15 \cdot 10^5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}, R_{KH} = 100 \text{ см},$$

$$R_{TH} = 30 \text{ см}, K = 4 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}, k_x = 2 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}, k_Q = 160 \cdot \frac{10^8 \text{ кг}}{\text{см}},$$

$$\delta = 2 \text{ см}, E_1 = 1,17 \cdot 10^5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}, [\sigma] = 90 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2},$$

$$L = \{100 \div 600\} \text{ см}, H = \{90 \div 400\} \text{ см},$$

$$R_{TB} = \{20 \div 29\} \text{ см}, R_{KB} = \{70 \div 96\}$$

$$l_1 = \{10 \div 50\} \text{ см}, h_{ct} = \{2 \div 15\} \text{ см}.$$

Результаты оптимизаций приведен в следующей таблице:

Цел-я Ф-я	Балл	Оптимальные значения управляемых параметров (см)						Оптимальное значения целей функций	σ <sub>т</sub> <sup>opt</sup> σ <sub>ст</sub> <sup>opt</sup> σ <sub>у3</sub> <sup>opt</sup>			ȳ(t) см	Примечание
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>		Кг/см <sup>2</sup>				
G <sub>2</sub> (X̄)	7	21,57	91,90	180,0	90,0	44,92	2,0	51,25	1,79	48,14	35,32	0,68	ΔP = 0,048 Δȳ = 0,004
	8	21,45	91,78	180,0	90,0	44,20	2,18	50,53	3,66	81,71	70,58	1,39	ΔP = 0,049

													$\Delta\bar{y} = 0,010$
9	22,22	92,49	180,0	90,0	47,20	4,96	49,92	6,75	89,96	141,6	2,55		$\Delta P = 0,048$
													$\Delta\bar{y} = 0,016$

Напряжения в элементах рассматриваемой системы всегда меньше чем допустимые (при 7-ми, 8-ми баллах), за исключением напряжений в стенках сложного узла, которые при 9-ти балльном землетрясении превышают значения допустимых напряжений примерно на 50%. Управляющие параметры изменяются более стабильно, чем минимизации массы сложного узла.

Из результатов оптимизации видно, что относительное перемещение  $-\tilde{y}(t)$  центра масс сложного узла примерно три раза меньше чем по сравнению с результатами без оптимизации которые проводились в средних значениях исходных данных.

В таблице  $\Delta P = P(\bar{X}) - P_0(\bar{X})$  и  $\Delta\tilde{y} = \tilde{y}(t) - \tilde{y}_0(t)$  означает, что разность частоты сложного узла и боковых стыкуемых труб а также разность относительной перемещения центра масс сложного узла и боковых стыкуемых труб очень незначительно.

Если добиться при оптимизации, что  $\Delta P = 0$  и  $\Delta\tilde{y} = 0$  то это означает, во первых сложный узел и стыкуемая труба колеблются с одинаковой частотой и относительным перемещением. Отсюда вывод:

боковые стыкуемые трубы не испытывает изгиб, что соответствует сейсмостойкостью сложного узла.

#### Литература:

1. Килимник Л.Ш. Методы целенаправленного

УДК 539.3.

### РАСЧЕТ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИН УЛОЖЕННЫХ НА НЕЛИНЕЙНОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Остонов Т.К., Бакаев Г., Гадаев А.  
Самаркандский государственный институт

При расчете систем на упругом основании традиционно применяются обобщенный модель Рейсснера-Власова-Филоменко-Бородича. Такие модели приемлемы для малых перемещений. При больших перемещениях имеются некоторые отклонения от действительности. На статье рассматривается расчет прямоугольных пластин уложенных на нелинейном упругом основании с использованием нелинейного модели типа [3], учитывающая эти недостатки.

**Ключевые слова** - Пластины, модуль упругости, коэффициент Пуассона, оператор Лапласа, отпор основания, перемещение, малого параметра, решение в нулевом приближении, численный эксперимент, модель Винклера-Фаусса-Циммерона, модель Рейсснера-Власова-Филоменко-Бородича.

#### Calculation of rectangular plates installed on a nonlinear elastic basis

When calculating systems on an elastic foundation, the generalized Reissner-Vlasov-Filomenko-Borodich model is traditionally used. Such models are acceptable for small movements. With large movements, there are some deviations from reality. The article discusses the calculation of rectangular plates laid on a non-linear elastic base using a non-linear model of the type [3], taking these disadvantages into account.

**Key words** - Plates, elastic modulus, Poisson's ratio, Laplace operator, base resistance, displacement, small parameter, solution in zero approximation, numerical experiment, Winkler-Fauss-Zimmeron model, Reissner-Vlasov-Filomenko-Borodich model.

Чизиқли бўлмаган эластик заминда жойлашган тўғри бурчакли пластиналар ҳисоби

Эластик заминда жойлашган тизимларни ҳисоблашда одатда умумлашган Рейсснер-Власов-Филоменко-Бородич моделлари қўлланилади. Бу моделлардан асос сатҳининг чўкиши ниҳоятда кичик бўлганда ҳолатларда қўлланилиши мумкин. Катта чўкишларда эса натижалар ҳақиқатдан оз бўсада фарқ қилади. Мақолада эластик бўлмаган заминда жойлашган тўғри бурчакли пластиналарни [3] кўринишдаги модел ёрдамида ҳисоблаш баён этилган.

**Калит сўзлар** - пластиналар, эластиклик модули, Пуассон коэффициенти, Лаплас оператори, замин қаршилиги, кўчиш, кичик параметр, нолинчи яқинлашув ечими, санокли (сонли) эксперимент, Винклера-Фаусс-Циммерон модели, Рейсснер-Власов-Филоменко-Бородич модели.

Известно что, в Средней Азии грунт широко используются как строительный материал. В частности земляные плотины получили широкое распространение благодаря ряду присущих им преимуществ и в том числе следующих: возможности постройки в любых геологических условиях; наличия машин, необходимых для комплексной механизации основных видов работ; надежности в эксплуатации; возможности использования местных грунтовых материалов для строительства. Однако в южных районах Средней Азии (и в Узбекистане) широкому использованию местных грунтов препятствует их засоленность.

Действующие в настоящее время нормы оценки грунтов, как строительного материала, допускают использовать для возведения плотин все виды грунтов за исключением грунтов, содержащих водорастворимые включения солей хлоридных или сульфато-хлоридных в количестве более 5% или солей сульфатных более 2% по весу. Эти грунты могут применяться для тела плотины при наличии соответствующего обоснования и при условии проведения защитных инженерных мероприятий.

В условиях Средней Азии такие ограничения нередко приводят к отказу от использования местных грунтов и замене их привозными, вследствие чего происходит удорожание строительства, увеличиваются время для выполнения работ. В связи с этим представляется актуальным и необходимым детально изучить вопрос о строительных свойствах засоленных грунтов и на основании этого дать оценку возможности их применения в качестве строительного материала.

С другой стороны, одной из важнейших задач теории расчета конструкций – разработка теории, в большей степени отвечающая действительным физико-механическим свойствам грунтов. Учесть эти весьма сложные механические свойства грунтов практически полностью нельзя. Поэтому приходится вводить значительную схематизацию природных механических процессов, протекающих в грунтах, что возможно после замены основания сооружением некоторой расчетной механической моделью [1].

В общем случаи разработка расчета конструкции сплошном основании, отвечающая действительным физико-механическим свойствам грунтов, являются одним из важнейших задач теории упругости. Природа деформации грунтов весьма сложна, практически полностью учесть природные механические свойств невозможно. по этому разрабатывались различного рода схематизированные модели грунтовых оснований.

Выбор модели является важным этапом проектирования любой конструкции на грунтовом основании, так как от степени соответствия модели действительному основанию зависит степень достоверности расчета, следовательно надежность и долговечность сооружения.

При расчете систем на упругом основании традиционно применяются модель Винклера-Фаусса-Циммерона, или ее простейшие обобщения – модель Рейсснера-Власова-Филоменко-Бородича [2].

Такие модели приемлемы для малых перемещений. При больших перемещениях имеются некоторые отклонения от действительности. В большинстве случаев эти отклонения существенные /3/. Одной из моделей, учитывающая эти недостатки, является нелинейная модель типа /3/.

$$p = A_1 \omega + A_2 \omega^3,$$

где  $p$  - отпор основания

$\omega$  - перемещение системы

$A_1$  и  $A_2$  - коэффициенты, зависящие от физико-механических свойств грунта.

Ниже в рамках этой модели рассматривается расчет прямоугольной пластины с размерами  $a, b$  шарнирно опертую по оси  $x$  и жестко заделенную по оси  $y$  на пластину.

В этом случае дифференциальное уравнение изгиба пластин имеет вид [4]

$$\nabla^2 \nabla^2 \omega = \frac{q - p}{D},$$

где  $D$  - цилиндрическая жесткость пластины

$$D = \frac{E \cdot \delta^3}{12(1 - \nu^2)},$$

здесь  $E$  - модуль упругости;

$\delta$  - толщина пластины;

$\nu$  - коэффициент Пуассона;

$\nabla$  - оператор Лапласа от двух переменных;  
 $q$  - нагрузка действующая на пластину.

Подставляя значение отпора основания (1) в дифференциальное уравнение изгиба пластины (2), получим

$$\nabla^4 \omega + 4 \cdot m^4 \omega + \varepsilon \cdot \alpha \cdot \omega^3 = \frac{q}{D},$$

где

$$4 \cdot m^4 = \frac{A_1}{D}, \quad \varepsilon \cdot \alpha = \frac{A_2}{D}$$

Граничные условия имеют вид:

- для шарнирной опоры:

$$\omega = 0, \quad \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = 0, \quad (x = 0, x = a),$$

- для заделанного края:

$$\omega = 0, \quad \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = 0, \quad y = \pm \frac{b}{2}.$$

Решение (3) ищем в виде ряда [5/

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot \omega_1 + \varepsilon^2 \cdot \omega_2 + \dots$$

Подстановка этого решения в [3] дает после приравнивания выражений при одинаковых степенях малого параметра

$$\nabla^4 \omega_0 + 4 \cdot m^4 \omega_0 = \frac{q}{D},$$

$$\nabla^4 \omega_1 + 4 \cdot m^4 \omega_1 = -\alpha \cdot \omega_0^3,$$

$$\nabla^4 \omega_2 + 4 \cdot m^4 \omega_2 = -3\alpha \cdot \omega_0^2 \cdot \omega_1,$$

... ..

Первое уравнение в (6) отыскивает поражающее решение, все последующие уравнения дают поправочные функции.

Для нахождения решения в нулевом приближении (т.е. поражающие) уравнение поверхности прогибов принимаем в виде [4]

$$\omega = \sum_{m=1}^{\infty} Y_m \cdot \sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{a},$$

где  $Y_m = Y_m(y)$  - функции одного аргумента у подлежащие определению.

Для определения  $Y_m$  предварительно разложим нагрузку  $q(x, y)$

в одинарный ряд

$$q(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} q_m(y) \cdot \sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{a},$$

где

$$q_m(y) = \frac{2}{a} \int_0^a q(x, y) \cdot \sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{a} dx$$

По формуле (9) при  $q = const$  найдем

$$q_m = \frac{4 \cdot q}{m \cdot \pi}, \quad m = 1, 3, 5, \dots$$

$$q_m = 0, \quad m = 2, 4, 6, \dots$$

Подставив теперь в уравнение изгиба пла-

стины третий член из (7) и из (8) и сократив обе части равенства на  $\sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}$  получим

$$(4 \cdot m^4 + \lambda^4) Y_m - 2 \cdot \lambda^2 Y_m'' + Y_m'' = \frac{q_m(y)}{D},$$

где  $\lambda = \frac{m \cdot \pi}{a}$  а штрихами обозначены про-

изводные по у.

Общий интеграл этого уравнения состоит из решения однородного уравнения, когда в правой части стоит ноль и частное решение, которое подбирается так, чтобы при подстановке в это уравнение получилось равенство, т.е. оно непосредственно зависит от вида функции  $q_m(y)$ .

После некоторых математических операций получим поражающее решение (решение в нулевом приближении)

$$\omega_0(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \left[ \begin{aligned} & C_1 \cdot e^{-\sqrt{\lambda^2 + 2 \cdot m^2} \cdot y} + \\ & + C_2 \cdot \cos \sqrt{\lambda^2 - 2 \cdot m^2} \cdot y + \\ & + C_3 \sin \frac{m \cdot \pi \cdot x}{a} \end{aligned} \right],$$

где  $C_1, C_2, C_3$  - константы, определяемые из граничных условий (4) и (5).

Подставляя (11) в равную части (6) и разрешая их относительно первого, второго и т.д. приближений (эти уравнения и их решение не приведены в виду их громоздкости), получим решение поставленной задачи.

Произведен численный эксперимент при следующих характеристиках пластин и нагрузки

$$E = 2 \cdot 10^4 \text{ МПа}; \quad \nu = 0,3; \quad \delta = 5 \text{ см};$$

$$a = b = 300 \text{ см}; \quad q = 1; \quad \text{при } x = a/2 \text{ и } y = b/2$$

показывает что  $\omega_0 = 9,81$ ;  $\omega_2 = 1,19$ ;  $\omega_2 = 0,18$ . Расчеты показывают, что последующие приближение не оказывает существенного влияния, поэтому можно ограничиваться с первыми тремя приближениями.

Таким образом, поправка, вносимая нелинейностью значительна и она составляет до 15% от общего перемещения пластин.

Поэтому не учет нелинейности деформирования грунтовых оснований приводит к значительной погрешности в определении напряженно-деформированного состояния сооружений на снижаемом основании.

#### Литература:

1. Ширинкулов Т.Ш., Зарецкий Ю.К. Ползучесть и консолидация грунтов. – Ташкент. «Фан», 1986.- 390 с.
2. Кузьмин С.Е., Мурзаханов Н.Х., Остонов Т.К. Модель реактивного сопротивления загипсованных

грунтов. – М.МГМИ, 1989, рук.деп. в ВИНТИ 21.07.89 г. №4897-В89

3. Александров А.В. Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа. 1990.-400 с.

4. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Наука, 1970.-580 с.

UDK: 534.0

## CHETLARI SHARNIRLI MAHKAMLANGAN ELASTIK PLASTINKANING ANTISIMMETRIK TEBRANISHLARI

Yaxshiboyev Sh. R.  
SamDAQI (tayanch doktorant)

Ishda chetlari sharnirli mahkamlangan uch qatlamli elastik plastinkaning tanlangan o'rta sirtidagi ko'chishlarining bosh qismlari izlanuvchi funksiyalar sifatida kiritilgan. Olingan tebranish tenglamalari sistemasini Maple 17 dasturi yordamida sonli yechilib, sharnirli mahkamlangan bir jinsli plastinka qatlamlarida yuzaga keladigan ko'chishlar va kuchlanishlarni aniqlash imkoniyati yaratilgan.

**Kalit so'zlar:** uch qatlamli plastinka, chegaraviy masala, tebranish tenglamalari, ko'ndalang va bo'ylama tebranishlar, ko'chish,

### Антисимметричные колебания упругой пластинки шарнирно опертой по контуру

В работе рассмотрена задача вывода главную часть перемещений выбранной срединной поверхности сплошной пластинки из системы уравнений колебания трехслойной упругой пластины. Полученные системы уравнения численно решены с помощью программы Maple 17 и созданы возможности определения перемещений и напряжений в каждом слое шарнирно закрепленной однородной пластины.

**Ключевые слова:** трехслойная пластинка, краевая задача, продольная и поперечная волна, уравнения колебания, перемещения,

### Antisymmetric vibrations of an elastic plate articulated on a contour

**Abstract.** In this work, we consider the problem of deriving the main part of the displacements of the selected middle surface of a continuous plate from a system; the vibrations of a three-layer elastic plate are equalized. The resulting systems of equations are numerically solved using the Maple 17 program and the possibility of determining the displacements and stresses in each layer of a pivotally fixed homogeneous plate is created.

**Keywords:** Three-layer plate, boundary value problem, longitudinal and shear wave, equations of oscillation, displacement.

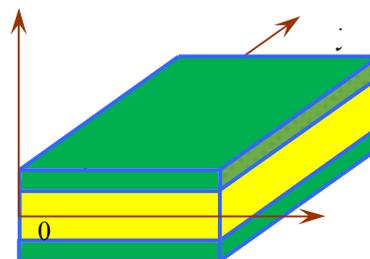
**Kirish.** O'tgan asrning o'ttizinchi yillaridan boshlab texnika va qurilishning turli sohalarida, ko'p qatlamli xususan, uch qatlamli plastinkalar keng qo'llanilmoqda. Uch qatlamli plastinkalarni hisoblashda birinchilardan bo'lib S.G.Lexnitskiy [1] nazariyasi paydo bo'ldi. Undan so'ng 1958-yilda S.A.Ambarsumyan [2] nazariyasi, 1984-yilda E.Reyssner [3] nazariyasi kabi bir qancha nazariyalar paydo bo'ldi. Ko'pchilik ishlarda plastinkalarning dinamik hisobi klassik nazariyaga tayanilgan holda olib boriladi [4].

Xususan, ushbu usul bilan professor I.G.Filippov [5] va uning o'quvchilari tomonidan simmetrik strukturaga ega bo'lgan uch qatlamli plastinkalar tebranish nazariyalari yaratilgan.

Ushbu maqolada uch qatlamli elastik plastinkaning antisimmetrik tebranish tenglamalari sistemasidan xususiy holda bir qatlamli bir jinsli plastinka antisimmetrik tebranish tenglamalari sistemasini olish masalasi qaralgan. Tebranish tenglamalari bilan bir qatorda plastinka ixtiyoriy kesimidagi ko'chish va kuchlanishlarni aniqlashga imkon beruvchi yechimlar olingan.

**Masalaning qo'yilishi.** Dekart koordinatalar sistemasida izotrop tekis deformatsiya holatidagi

uch qatlamli plastinkani qaraymiz va uni  $Oxyz$  to'g'ri burchakli koordinatalarga tasvirlaymiz (1-rasm).



1-rasm

Qatlamlar materiallari uchun Lamé koefitsiyentlari  $\lambda_m$  va  $\mu_m$ , qatlamlar qalinliklari  $h_m$ , hamda zichliklari  $\rho_m$  bo'lsinlar. Bunda  $m = 0,1,2$  -qatlamlar raqamlari ko'rsatkichi.

Qatlamlar nuqtalaridagi kuchlanishlar va deformatsiyalar orasidagi bog'lanishlarni izotrop muhit uchun Guk qonuni ko'rinishida olamiz.

Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar potentsiallarini [6] tekis deformatsiya holida quyidagicha kiritamiz [7]:

$$\vec{U}^m = grad\varphi_m + rot\vec{\psi}_m. \quad (1)$$

Ushbu (1) ifodalarni harakat tenglamalariga qo'yib, ushbu

$$\Delta\varphi_m = \frac{1}{a_m^2} \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial t^2}; \quad \Delta\psi_m = \frac{1}{b_m^2} \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial t^2} \quad (2)$$

to'lqin tenglamalariga kelamiz, bu yerda  $\Delta$  - ikki o'leovli Laplas differensial operatori.

$t=0$  paytda uning chegaraviy sirtlariga dinamik yuklar ta'sir qila boshlagan deb hisoblaymiz. U holda chegaraviy shartlar  $z = \pm h_m$  bo'lganda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{aligned} \sigma_{xz}^m &= f_x^m(x, t); \quad \sigma_{zz}^m = f_z^m(x, t); \\ \sigma_{yz}^m &= 0, \quad (m=0,1,2). \end{aligned} \quad (3)$$

Qatlamlarning urinish sirtida quyidagi kinematik shartlar o'rinni:

$$\begin{aligned} U_0(x, z, t)|_{z=h_0} &= U_1(x, z, t)|_{z=h_0}; \\ W_0(x, z, t)|_{z=h_0} &= W_1(x, z, t)|_{z=h_0}. \end{aligned} \quad (4)$$

boshlang'ich shartlar nolga teng deb hisoblanadi, ya'ni  $t=0$  bo'lganda

$$\varphi_m = \psi_m = 0; \quad \frac{\partial \varphi_m}{\partial t} = \frac{\partial \psi_m}{\partial t} = 0. \quad (5)$$

Shunday qilib, uch qatlamli plastinkaning antisimmetrik tebranishlari haqidagi masalani yechish (2) tenglamalar sistemasini (3), (4) chegaraviy shartlar va (5) boshlang'ich shartlarda integrallashga keltiriladi.

**Masalani yechimi.** Masalani yechish uchun  $\psi_m$  va  $\varphi_m$  potensial funksiyalarni [8] ishda keltirilgan ko'rinishda tanlaymiz va ularni (2) to'lqin tenglamalariga qo'yib antisimmetrik yuklanishlar ta'siri ostidagi plastinka bo'ylama tebranishlari uchun mos keladigan yechimlarni olamiz. Ko'chish va kuchlanishlarni potensial funksiyalar yechimlari orqali tasvirlab, (3) chegaraviy va (4) kontakt shartlarga qo'yib, sistemalar hosil qilamiz. (4) kontakt shartdan hosil bo'lgan sistemalardan o'zgaruvchilarni topib olib, ularni kuchlanishlar ifodasiga qo'yib, ma'lum bir matematik amallarni bajarib, [8-9] ishlarda keltirib chiqarilgan quyidagi uch qatlamli plastinkaning antisimmetrik tebranishlari tenglamalari sistemasini hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} \Delta_2 M_0 \left\{ \left[ 1 + \frac{1}{2b_0^2} (1-2q_0) h_0^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{1}{2} h_0^2 (1-2q_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] \times \right. \\ \left. \times \frac{\partial}{\partial x} W_0^{(0)} + \frac{1}{\xi} \left[ 1 + \frac{1}{2b_0^2} h_0^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{1}{2} h_0^2 (1+2q_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] U_0^{(0)} \right\} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} = -M_2 \left\{ \left[ A_{11} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - A_{12} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] \frac{\partial}{\partial x} f_z^{(2)} + \right. \\ (h_0 + h_2) \pm \left[ B_{11} \frac{\partial^4}{\partial t^4} - B_{12} \frac{\partial^4}{\partial t^2 \partial x^2} + \right. \\ \left. + B_{13} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + B_{14} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] f_x^{(2)} \left. \right\} + \Delta_2 f_x^{(2)}. \\ \Delta_1 M_0 h_0 \left\{ \left[ \frac{1}{6a_0^2 b_0^2} h_0^2 \frac{\partial^4}{\partial t^4} - \frac{1}{6} h_0^2 \left( \frac{1}{a_0^2} + \frac{1}{b_0^2} (1-2q_0) \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{\partial^4}{\partial t^2 \partial x^2} + \frac{1}{6} h_0^2 (1-2q_0) \frac{\partial^4}{\partial x^4} + \frac{1}{b_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] W_0^{(0)} + \right. \\ \left. + \frac{1}{\xi} \left[ \frac{1}{6} h_0^2 \left( \frac{1}{a_0^2} - \frac{2}{b_0^2} \right) \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{1}{6} h_0^2 (1+2q_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} - 1 \right] \times \right. \\ \left. \times \frac{\partial}{\partial x} U_0^{(0)} \right\} = M_1 h_0 \left\{ \left[ A_{21} \frac{\partial^4}{\partial t^4} - A_{22} \frac{\partial^4}{\partial t^2 \partial x^2} + A_{23} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + \right. \right. \\ \left. \left. A_{24} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] \times f_z^{(2)} - (h_0 + h_1) \left[ B_{21} \frac{\partial^4}{\partial t^4} - B_{22} \frac{\partial^4}{\partial t^2 \partial x^2} + \right. \right. \\ \left. \left. + B_{23} \frac{\partial^4}{\partial x^4} \right] \frac{\partial}{\partial x} f_x^{(2)} \right\} + \Delta_1 f_z^{(1)} \end{aligned} \quad (6)$$

bu yerda  $A_{ij}$ ,  $B_{ij}$  uch qatlamli plastinkaning qatlamlari materiallarining geometrik-fizik parametrlariga bog'liq bo'lgan koeffitsiyentlardir. Masalan,

$$\begin{aligned} \Delta_1 = M_1 (h_0 + h_1) \left\{ \left[ \frac{1}{2b_1^4} + \frac{1}{6a_1^2 b_1^2} \right] \frac{\partial^4}{\partial t^4} (h_0 + h_1)^2 - \right. \\ \left. - \left[ \frac{2}{6b_1^2} + \frac{2}{6a_1^2} + \frac{10}{6b_1^2} q_1 \right] \frac{\partial^4}{\partial t^2 \partial x^2} (h_0 + h_1)^2 + \right. \\ \left. + \frac{4}{3} q_1 \frac{\partial^4}{\partial x^4} (h_0 + h_1)^2 + \frac{1}{b_1^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right\} \end{aligned}$$

$$\text{bunda } z_1 = h_0 + h_1; \quad z_2 = h_0 + h_2; \quad q_m = 1 - \frac{\mu_m}{\lambda_m};$$

$a_m$  - plastinka materiallaridagi bo'ylama to'lqin tarqalish tezligi va  $b_m$  - ko'ndalang to'lqin tarqalish tezligi;  $m$  - qatlamlar nomeri.

Xususiyl holda (6) tenglamalar sistemasida  $h_1 = 0$ ,  $h_2 = 0$ ,  $q_1 = q_2 = 0$  deb olsak, bir qatlamli plastinka tebranish tenglamalari sistemasini kelib chiqadi:

$$\begin{aligned} \Delta_2 M_0 \left\{ \left[ 1 + \frac{1}{2b_0^2} (1-2q_0) h_0^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{1}{2} h_0^2 (1-2q_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] \times \right. \\ \left. \times \frac{\partial}{\partial x} W_0^{(0)} + \frac{1}{\xi} \left[ 1 + \frac{1}{2b_0^2} h_0^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1}{2} h_0^2 (1+2q_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] U_0^{(0)} \right\} = f_x^{(2)} \end{aligned}$$

$$\Delta_1 M_0 h_0 \left\{ \left[ \frac{1}{6a_0^2 b_0^2} h_0^2 \frac{\partial^4}{\partial t^4} - \frac{1}{6} h_0^2 \left( \frac{1}{a_0^2} + \frac{1}{b_0^2} (1-2q_0) \right) \times \right. \right. \\ \times \frac{\partial^4}{\partial t^2 \partial x^2} + \frac{1}{6} h_0^2 (1-2q_0) \frac{\partial^4}{\partial x^4} + \frac{1}{b_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left. \right] W_0^{(0)} + \\ + \frac{1}{\xi} \left[ \frac{1}{6} h_0^2 \left( \frac{1}{a_0^2} - \frac{2}{b_0^2} \right) \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{1}{6} h_0^2 (1+2q_0) \frac{\partial^2}{\partial x^2} - 1 \right] \times \\ \times \frac{\partial}{\partial x} U_0^{(0)} \left. \right\} = f_z^{(1)} \quad (7)$$

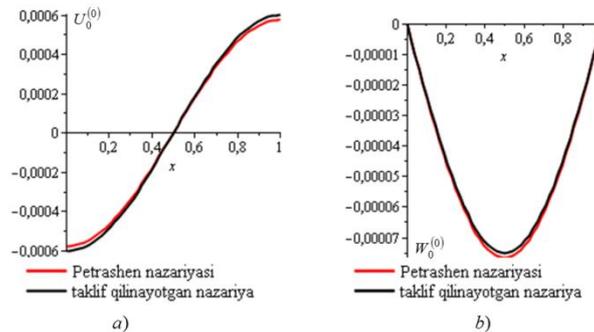
Bu (7) tenglamalar sistemasini Maple 17 dasturi yordamida yechib tenglamalar sistemasini yechimlarini olish mumkin. Olingan yechimlarni ishonchliligini ta'minlash maqsadida boshqa mualliflar tomonidan keltirilgan bir jinsli bir qatlamli plastinkalar antisimmetrik tebranishlari tenglamalari sistemasini yechimlari bilan taqqoslaymiz.

Bir jinsli bir qatlamli plastinkalar antisimmetrik tebranishlari tenglamalari sistemasini G.I.Petrashen va E.V.Xinen nazariyalarida quyidagicha keltirilgan:

$$2 \frac{\partial \chi}{\partial x} + \left( 2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} - b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \zeta + \frac{h^2}{2} \left\{ 2 \left( a^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \frac{\partial \chi}{\partial x} + \right. \\ \left. + \left( 2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} - b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \left( b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \zeta \right\} = \frac{1}{\mu} \cdot f_x^+(x,t) \\ \left( b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - 2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \chi + 2 \left( b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \frac{\partial}{\partial x} \zeta + \frac{h^2}{6} \times \\ \times \left\{ \left( b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - 2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \left( a^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \chi + \right. \\ \left. + 2 \left( b^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right)^2 \frac{\partial}{\partial x} \zeta \right\} = \frac{1}{\mu} \frac{f_z^+(x,t)}{h} \quad (8)$$

Endi (7) va (8) ko'rinishda keltirilgan bir jinsli bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemalarini Maple 17 dasturi yordamida yechamiz. Undan oldin (7) va (8) tenglamalar sistemasini sharnirli mahkamlanganlik shartidan va Furry almashtirishlaridan foydalanib vaqtga bog'liq bir o'zgaruvchili differensial tenglamalar sistemasiga keltiramiz. Nolga teng boshlang'ich shartlar bilan birgalikda bu tenglamalar sistemasini  $\xi = 0,3 h_0$ ;  $l = 1 m$ ;  $2h_0 = h = 0,1 m$ ;  $\rho_{alyu \min} = 2700 kg/m^3$ ;  $E_{alyu \min} = 7 \cdot 10^5 Pa$ ;  $\nu_{alyu \min} = 0,34$ ;  $f_x = 0$ ;  $f_z = 5 MPa$  parametrlarda Maple 17 dasturi yordamida yechib, (7) tenglamalar sistemasidan  $U_0^{(0)}$  va  $W_0^{(0)}$  yechimlarni, (8) tenglamalar sistemasidan  $\chi$  va  $\zeta$  yechimlarni olamiz. Mos ravishda bu bir jinsli bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemalari yechimlarini grafikda bir biri bilan taqqoslaymiz (2-rasm). Bunda 2,a-rasmda G.I.Petroshen va E.V.Xinen bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini

sistemasini  $\chi$  yechimi bilan bizni uch qatlamli plastinka simmetrik tebranish tenglamalaridan xususiyl holda olingan bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini  $U_0^{(0)}$  yechim grafiklari taqqoslangan. 2,b-rasmda G.I.Petroshen va E.V.Xinen bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini  $\zeta$  yechimi bilan uch qatlamli plastinka simmetrik tebranish tenglamalaridan xususiyl holda olingan bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini  $W_0^{(0)}$  yechim grafiklari taqqoslangan.



2-rasm. Bo'ylama  $U_0^{(0)}$  va ko'ndalang  $W_0^{(0)}$  ko'chishning  $t=0,6$  da turli nazariyalar bo'yicha taqqoslanishi;  $0 \leq x \leq 1$ .

**Olingan natijalar.** Rasmlardan ko'rinadiki, uch qatlamli elastik plastinka tebranish tenglamalari sistemasidan xususiyl holda olingan (7) ko'rinishdagi bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini yechimlari bilan G.I.Petroshen va E.V.Xinen bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini yechimlari deyarli bir-biriga ustma-ust tushar ekan. Bu uch qatlamli elastik plastinka tebranish tenglamalari sistemasidan xususiyl holda olingan (7) ko'rinishdagi bir qatlamli plastinkalar tebranish tenglamalari sistemasini ishonchli tenglama ekanligini ko'rsatadi. Bundan tashqari (7) tenglamalar sistemasini yechimlaridan foydalanib, keyinchalik plastinka ixtiyoriyl nuqtasining ko'chish va kuchlanishlarini aniqlash imkoniyati paydo bo'ladi.

**Adabiyotlar**

1. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. – М.: Наука, 1977. – 416 с.
2. Амбарцумян С.А. Теория изгиба анизотропных пластин // Известия АН СССР, Отд. техн. наук, 1958, №4.
3. Reissner E. The effect of transverse shear deformation on the bending of elastic plates // ASME, Z. Appl. Mech. 12, 1945. – 69 – 76 pp.
4. Филиппов И.Г., Чебан В.Г. Математическая теория колебаний упругих и вязкоупругих пластин и стержней. – Кишинев; «Штиинца», 1988. – 190 с.
5. Александров А.Я., Куршин Л.М. Трехслойные пластинки и оболочки // Прочность, устойчи-

вость, колебания. – М.: Машиностроение, 1968, т. 2. – С.245-308.

6. Григолюк Э.И., Селезов И.Т. Неклассические теории колебаний стержней, пластин и оболочек // Итоги науки и техники. Сер. Механика деформ. твердых тел. – Т. 5 – М.: ВИНТИ, 1973. – 272с.

7. Холмуродов Р.И., Худойназаров Х.Х, Худайбердиев З.Б. Свободные колебания упругой трёхслойной пластинки // Проблемы механики АН РУз 2017. Вып. 2-3. С. 46 – 52.

8. Х.Худойназаров, В.А.Скрипняк,

УДК 531.605

## ХАРАКТЕРИСТИК ТЕНГЛАМАСИ БИТТА НОЛ ИЛДИЗГА ЭГА БЎЛГАН КРИТИК ҲОЛДА ЁЙИЛГАН ҲАРАКАТНИНГ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЕНГЛАМАЛАРИНИ (n+1) ТАРТИБЛИ СИСТЕМА УЧУН ХУСУСИЙ ҲОЛДА ТАДҚИҚ ЭТИШ.

Пармонов А.А., ассистент. Жиззах политехника институти

Механик системанинг устиворлик аломатларини аниқлаш жараёнида вужудга келадиган баъзи критик ҳоллар тадқиқ этилган бўлиб, назарий натижалар баъзи конкрет кўринишдаги дифференциал тенгламалар системаларини текширишга тадбиқ этилган.

**Калит сўзлар:** алгебраик тенгламалар системаси, критик тенглама, характеристик тенглама, система детерминанти, Ляпунов функцияси.

Были изучены некоторые критические ситуации, возникающие при определении доминирующих характеристик механической системы и теоретические результаты были применены к рассмотрению некоторых систем дифференциальных уравнений.

**Ключевые слова:** алгебраические уравнения, критическое уравнение, характеристическое уравнение, определяющая система, функция Ляпунова.

Some critical situations arising in determining the dominant characteristics of a mechanical system were studied and theoretical results were applied to the consideration of some systems of differential equations.

**Keywords:** system of algebraic equations, the critical equation, characteristic equation, determinant system, Lyapunov function.

Ҳозирги замон ҳаракатнинг устиворлик назариясида долзарб муаммолардан бири ҳисобланадиган масала – барқарор ҳаракатлар учун критик ҳолларни тадқиқ этиш масаласи ҳисобланади.

Барқарор ҳаракатлар учун критик ҳолларни тадқиқ этиш масаласи ҳозирги замон турғунлик назариясида энг долзарб масалалардан бири бўлиб, бундай махсус ҳолларни тадқиқ этиш жуда нозик методларни ишлатишни тақозо этади. Бу масала ҳали тўла-тўқис ечилмаган ва фан оламида катта қизиқишга сабаб бўлмоқда. Ўтган сондаги мақолаларимизда масалани битта нол илдиизга эга бўлган ҳол, жуфт соф мавҳум илдиизлардан ҳоли кўриб чиқилган эди. Бундан ташқари 1949-йилда Н.Н.Баутин томонидан киритилган масала, устиворлик соҳасининг чегаралари яқинда механик системанинг хулқини тадқиқ этиш масаласи кенг ёритилган ва устиворлик соҳасининг “хавфли” ва “хавфсиз” зоналари тушунчаси ўрганилган эди.

Энди  $n \neq 0$  деб фараз қиламиз. Шу билан бирга,

$$dxdt = X(x, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) dxsdt = ps_1x_1 + ps_2x_2 + \dots + ps_nx_n + X(x, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (1)$$

Ш.Р.Яхшибоев Нестационарные поперечные колебания трехслойной вязкоупругой пластинки // Проблемы механики АН РУз 2018. Вып. 2. С. 27 – 32.

9. Yaxshiboyev Sh.R., Xoliqov D.Sh., Otaqulov A. Ikki qatlamli elastik plastinka o'rtasidagi izlanuvchi funksiyalar // “Ta’lim, fan va ishlab chiqarish integratsiyasida innovatsion texnologiyalarni qo’llash mamlakat taraqqiyotining muhim omili” mavzusidagi XV respublika ilmiy-texnik konfrensiya materiallari II qism - Samarqand 2018 – 99-104 b.

дифференциал тенгламаларнинг ўнг тарафидаги функциялар айрим кўшимча шартларни қаноатлантиради деб фараз қиламиз.

Ушбу

$$X_0x = Xx, 0, 0, 0, \dots, 0 = gx^m + gm + 1x^{m+1} + \dots Xs_0x = Xsx, 0, 0, 0, \dots, 0 = gsx^ms + gsm + 1x^{ms+1} + \dots (s = 1, n) \quad (2)$$

Белгилашлар киритамиз, бу ерда  $g, g^{m+1}, g_s, g_s^{m_s+1}$  ўзгармас сонлар. У ҳолда кўшимча шартлар куйидагилардан иборат.

1)  $X^{(0)}(x)$  айнан нолга тенг бўлмайди.  
2) (1) тенгламалардаги барча  $p_s = 0$  бўлсин.

Бу шартлар бажарилганда турғунлик бирданга ечилади.

Агар  $m$  - жуфт сон бўлса, у ҳолда тойилмаган ҳаракат доимо нотурғун бўлади.

Агар  $m$  - тоқ сон бўлса, у ҳолда  $g > 0$  тойилмаган ҳаракат нотурғун ва  $g < 0$  бўлганда ассимптотик турғун бўлади.

Бошқача қилиб айтганда масалаларнинг ечими

$$\frac{dx}{dt} = X^{(0)}(x) = gx^m + g^{m+1}x^{m+1} + \dots$$

Битта дифференциал тенглама билан ифода-ланган тойилган ҳаракат мувозанат ҳолатининг

турғунлик масаласининг ечими билан бир хил бўлади.

Шундай қилиб юқорида келтирилган учта шартлар бажарилганда, турғунлик масаласини ечиш учун ҳамма нокристик ўзгарувчиларга боғлиқ бўлган ҳадларни ташлаб юбориш, ҳосил бўлган бир ўзгарувчи битта дифференциал тенгламани тадқиқ этиш етарлидир.

Келтирилган тасдиқни исботлаш учун тойилган ҳаракатнинг

$$dxdt = X_0x + X_1x_1 + X_2x_2 + \dots + X_nx_n = p_{s1}x_1 + \dots + p_{sn}x_n + X_s(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (s=1, n) \quad (3)$$

дифференциал тенгламалари учун Ляпуновнинг теорема V ёки теорема B ларини қаноатлантирувчи  $v$  функцияни тузиш керак бўлади, бу ерда

$$X(x_1, x_2, \dots, x_n) x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$$

нуқтада нолга айланувчи функция бўлиши лозим.

Демак шундай  $V(x_1, x_2, \dots, x_n)$  ни топиш керакки унинг (3) га нисбатан вақт бўйича олинган тўлиқ ҳосиласи  $V$  аниқ ишорали функция бўлсин.

а) Аввало  $m$  - тоқ сон бўлган ҳолни кўриб ўтайлик  $W(x_1, x_2, \dots, x_n)$  қуйидаги муносабатни қаноатлантирувчи  $x_1, \dots, x_n$  ўзгарувчиларнинг квадратик формаси бўлсин.

$$\sum_{s=1}^n \frac{\partial v}{\partial x_s} (p_{s1}x_1 + \dots + p_{sn}x_n) = x_1^2 + \dots + x_n^2 \quad (4)$$

$$\begin{vmatrix} p_{11} - \lambda & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} - \lambda & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} - \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad (5)$$

характеристик тенглама илдизларининг барчаси ҳақиқий қисми манфий бўлганлигидан, бундай  $W$  форма мавжуд ва у аниқ ишорали бўлади.

Ляпунов функциясини қуйидаги кўринишда танлаб оламиз.

$$\frac{dv}{dt} = (g^2 + F(x_1, x_2, \dots, x_n))$$

$$V = \frac{1}{2}gx^2 + W(x_1, x_2, \dots, x_n) + x^2Q_2 + \dots + x^mQ_m \quad (6)$$

$Q_k(x_1, x_2, \dots, x_n); (k = \overline{2, m}) x_1, x_2, \dots, x_n$  ўзгарувчиларнинг чизикли формаси  $Q_k$  чизикли формаларни шундай танлайдики  $v$  функция (4) системага кўра вақт бўйича олинган тўлиқ ҳосиласи:

$$\frac{dv}{dt} = (g^2 + F(x_1, x_2, \dots, x_n))x^{m+1} + \sum_{s=1}^n x_s^2 + \sum_{\alpha, \beta=1}^n F_{\alpha, \beta}(x_1, \dots, x_n) \cdot x_{\alpha}x_{\beta} \quad (7)$$

кўринишга эга ва аниқ мусбат ишорали функция бўлсин. Бу ерда  $F$  ва  $F_{\alpha\beta}$

$x, x_1, x_2, \dots, x_n$  ўзгарувчиларнинг қандайдир функциялари бўлиб уларнинг

$$x = x_1 = x_2 = \dots = x_n$$

нуқтадаги қиймати нолга тенг  $v$  функцияни кўриб ўтайлик  $W(x_1, \dots, x_n)$  квадратик форманинг аниқ манфий ишорали эканлигини юқорида айтиб ўтган эдик. Шунинг учун ҳам  $g < 0$  бўлса  $x, x_1, \dots, x_n$  ўзгарувчиларнинг

$$\frac{1}{2}gx^2 + W(x_1, \dots, x_n)$$

квадратик формаси ҳам аниқ манфий ишорали шунга кўра (6) формула билан аниқланадиган  $v$  функция ҳам аниқ манфий ишорали бўлади.

Шундай қилиб  $g < 0$  бўлганда  $\frac{dv}{dt}$  — аниқ мусбат ишорали ва  $v$  аниқ манфий ишорали функциялар бўладилар ва демак в функция Ляпуновнинг теорема V сининг ҳамма шартларини қаноатлантиради. Бу ерда тойилмаган ҳаракатнинг ассимптотик туғунлиги келиб чиқади.

Агар  $g > 0$  бўлса у ҳолда (8) квадратик форма ва демак в функция ўзгарувчан ишорали ва шунга кўра  $\frac{dv}{dt}$  ҳам аниқ ишорали функция бўлади. Шундай қилиб бу ҳолда  $v$  функция теорема V нинг ҳамма шартларини қаноатлантиради ва тойилмаган ҳаракат нотурғун бўлади.

б) Енди  $m$  жуфт сон бўлсин. Бу ҳолда  $g$  ўзгармас соннинг қандай ишорали бўлишидан қатъий назар тойилмаган ҳаракат турғун бўлишини кўрсатамиз. Бунинг учун  $v$  функцияни қуйидаги кўринишда излаймиз.

$$V = a^2gx + W(x_1, x_2, \dots, x_n) + xQ_1 + \dots + x^{m-1}Q_{m-1} \quad (9)$$

Бу ерда  $W$  (5) муносабатни қаноатлантирувчи аниқ манфий ишорали квадратик форма  $l_1, l_2, \dots, l_{m-1}, x_1, \dots, x_n$  ўзгарувчиларнинг қандайдир чизикли формалари бу формаларни шундай танлаб оламизки  $V$  нинг ҳосиласи қуйидаги кўринишда

$$\frac{dv}{dt} = (\alpha^2g^2 + F)x^m + \alpha^2gx^{(2)} \sum_{s=1}^n x_s^2 + \sum_{\alpha, \beta=1}^n F_{\alpha\beta}x_{\alpha}x_{\beta} \quad (10)$$

ега бўлсин, бу ерда  $F$  -  $x$  нинг функцияси ва  $F_{\alpha\beta}(0, 0, \dots, 0) = 0$

Агар  $\alpha^2$  етарлича кичик сон бўлса у ҳолда  $\frac{dv}{dt}$  аниқ мусбат ишорали функция бўлади. Ёйилмаси чизикли ҳадлари билан бошланадиган функция эса равшанки ўзгарувчан ишорали демак в функция теорема V нинг ҳамма шартларини қаноатлантиради. Ҳамда тойилмаган ҳаракат нотурғун бўлади.

Шундай қилиб кўтарилаётган ҳол учун ҳамма тасдиқлар исбот қилинади.

#### Адабиётлар:

1. Ҳотам Тўраев “Ҳаракат турғунлик назарияси”. Тошкент 2006 й
2. Рубошин Г.Н. Основы теории устойчивости движения, изд МГУ, 1952

3. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. М.: Гостехиздат 1950
4. Малкин И. Г. Проблема существования функции Ляпунова, Изв Казанского физ-мат об-ва Т-ИВ (1929-193) Т-В(1931)
5. Маркин Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения М.: наука 1971, 312с
6. Неймарк Ю.И. Об условиях самовозбуждения УДК 631.353.3

Горький Усения зап ГГУ веп 28 сер ф.м наук. 1955

7. Кувондиқов Ё., Пармонов А. Характеристик тенгламаси битта нол илдизга эга бўлган критик ҳолда ёйилган ҳаракатнинг дифференциал тенгламалари. “Меъморчилик ва қурилиш муаммолари”. Самарқанд 2019 й. №3. 159-161-бет.

## К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПОДБИРАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА

Мирсаидов Азиз, к.т.н., Ташкентский Государственный педагогический университет  
Куйчиев Одил, к.т.н., Джизакский политехнический институт

В статье приводятся данные по результатам теоретического изучения параметров универсального подбирающего механизма пресс-подборщика и теоретические предпосылки по оптимизации его параметров.

**Ключевые слова:** стебли хлопчатника, сено, пресс-подборщик, валок, барабанный подборщик, пружинный зуб, граблина, отражатель зубьев, полнота подбора, угол отклонения зубьев от радиального направления.

In article happen to given on result of the theoretical study parameters of the universal selecting mechanism of the baler and theoretical premises of substantiation of his parameters.

**Key words:** cotton residue, straw, baler, shaft, drum-type sorter, spring tooth, rake, cogs reflector, completeness of selection, corner of deviation of cogs from a radial direction.

В Узбекистане разработан универсальный пресс-подборщик для заготовки кормовых трав, соломы и стеблей хлопчатника [1], основным рабочим органом которого является подбирающий механизм – барабанный подборщик с пружинными зубьями. Основными параметрами подбирающего механизма, влияющими на процесс подбора являются  $\lambda$  – соотношение окружной и поступательной скоростей,  $h$  – высота установки зубьев от поверхности почвы и  $m$  – количество граблей. Для их определения нами были проведены теоретические и экспериментальные исследования.

Положение конца зуба в любой момент по отношению к неподвижным осям координат определяется следующими уравнениями [2]

$$x = V_n t + L \sin \omega t ; \quad (1)$$

$$y = H - L \cos \omega t , \quad (2)$$

где  $x$  и  $y$  – координаты любой точки зуба и перемещаемой им растительной массы,  $m$ ;  $L$  – расстояние от центра барабана до конца зуба,  $m$ ;  $H$  – высота оси подборщика над поверхностью поля,  $m$ ;  $V_n$  – поступательная скорость машины,  $m/c$ ;  $t$  – время движения,  $c$ ;  $\omega$  – угловая скорость,  $рад/c$ .

Уравнения движения двух, следующих один за другим, зубьев 1 и 2 (рис. 1), будут

$$\begin{cases} x_1 = V_n t + L \sin \omega t \\ y_1 = H - L \cos \omega t \end{cases} ; \quad (3)$$

$$\begin{cases} x_2 = V_n t + L \sin \left( \omega t - \frac{2\pi}{m} \right) \\ y_2 = H - L \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{m} \right) \end{cases} , \quad (4)$$

где  $m$  – количество граблей, шт.

Для подбора валка важное значение имеют как высота пересечения траекторий зубьев соседних граблей, так и их взаимное расположение, определяющие при работе зону действия зубьев подборщика.

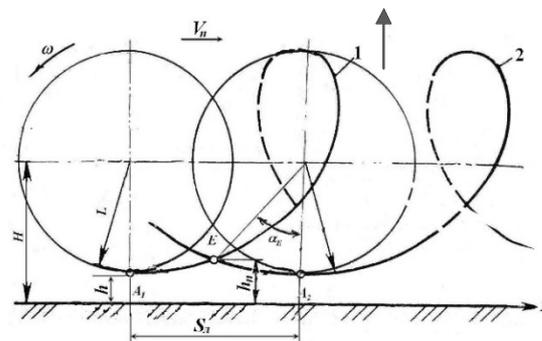


Рис. 1. Траектории зубьев (1 и 2) двух соседних граблей подборщика

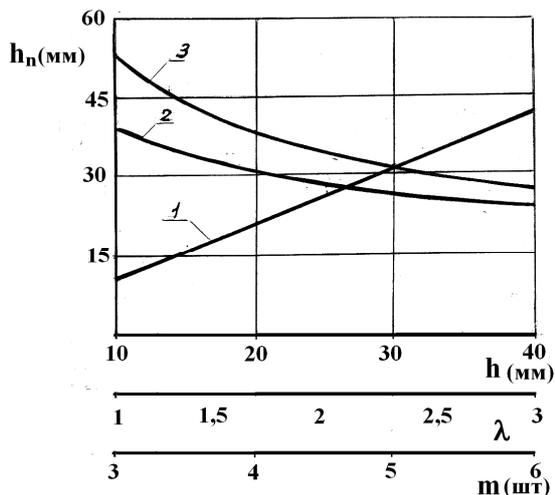


Рис. 2. Изменение высоты пересечения траекторий зубьев соседних граблей  $h_n$  в зависимости от  $h$ ,  $\lambda$  и  $m$ . 1-  $h_n = f(h)$  при  $\lambda = 1,5$ ,  $m = 5$  шт; 2 -  $h_n = f(\lambda)$  при  $m = 5$  шт,  $h = 20$  мм; 3-  $h_n = f(m)$  при  $\lambda = 1,5$ ,  $h = 20$  мм

Высота пересечения траекторий зубьев соседних граблей равна

$$h_n = h + L(1 - \cos \alpha_E) \quad (5)$$

где  $h$ -высота установки зубьев от поверхности почвы, м.

Угол  $\alpha_E$  равен

$$\alpha_E = \frac{\pi}{m(1 + \lambda)}, \quad (6)$$

где  $\lambda$  – соотношение окружной и поступательной скоростей.

Из выражения (6) следует, что величина угла  $\alpha_E$  увеличивается с уменьшением числа граблей  $m$  и соотношения скоростей  $\lambda$ .

На основании уравнений (5) и (6) построен график изменения величины  $h_n$  в зависимости от  $m$ ,  $\lambda$  и  $h$  (рис.3).

Из рис. 2 следует, что высота пересечения траекторий зубьев соседних граблей, а вместе с ней и вероятность потерь уменьшается с увеличением количества граблей на барабане и соотношения скоростей, но она возрастает с увеличением высоты расположения зубьев от поверхности почвы.

При допущении, что на участке выравнивания и ухода в кожух, зуб движется параллельно самому себе, скорость отвода массы будет

$$V_m = \omega r_c \cos \beta \quad (7)$$

где  $r_c$  - радиус точки зуба по диаметру скаотов кожуха подборщика, м;

$\beta$  - угол поворота зуба до ухода в кожух, град.

При условии, что скорость отвода массы на этом участке равна поступательной скорости агрегата ( $V_m = V_n$ ), получим соотношение скоростей, равное

$$\lambda = \frac{V_o}{V_n} = \frac{L}{(r_c \cos \beta)}, \quad (8)$$

где  $V_o = \omega L$  – окружная скорость конца зуба (при постоянных  $\omega$  и  $L$ ), м/с.

Отсюда следует, что для обеспечения скорости подвода стеблей хлопчатника на участке выравнивания и ухода зубьев в кожух, равной скорости отвода, т.е для работы без задержания поднимаемого валка уходящими зубьями, требуется значительное превышение окружной скорости зуба над поступательной скоростью агрегата. Для пресс-подборщика ППЛ-Ф-1,6Х при  $L = 365$  мм и  $r_c = 238$  мм при угле ухода зуба в кожух  $\beta = 228^\circ$  соотношение скоростей составило  $\lambda = 2,3$ .

По условиям равенств (6) и (8) соотношение скоростей  $\lambda$  должно быть в пределах от 2,0 до 2,5.

Для проверки теоретических предпосылок и выбора оптимальных параметров были проведены экспериментальные исследования в полевых условиях методом многофакторного математического планирования эксперимента.

Лабораторно-полевые опыты по реализации плана эксперимента проводились в колхозе им. Калинина Янгиюльского района Ташкентской области. Фон – после двукратной машинной уборки хлопка, подбора и прохода куракоуборочной машины и укладки стеблей в валки корчевателем валкоукладчиком, сорт хлопчатника – С-4880, ширина междурядий – 90 см, схема посева – 90х20х2, урожайность стеблей – 5,2 т/га, длина стеблей – 90-145 см, диаметр корневой шейки – 10-24 мм, влажность стеблей – 29-52 %, длина делянки – 25-50 м, ширина валка – 80-125 см, высота – 15-35 см, линейная плотность – 0,8-1,8 кг/м, угол расположения стеблей к оси валка – 20-45°, высота образованных после корчевателя-валкоукладчика гребней – 0-14 см.

После реализации плана эксперимента, полученные экспериментальные данные обрабатывались на персональном компьютере, в результате чего было получено уравнение регрессии (9), адекватно описывающее процесс подбора стеблей хлопчатника барабанным подборщиком:

$$y = 94,7622 - 1,0518x_1 - 2,4890x_3 + 0,4875x_4 - 2,8783x_1^2 + 0,8064x_1x_2 - 1,2097x_1x_4 \quad (9)$$

По полученному уравнению регрессии была проведена оптимизация на персональном компьютере, заключающаяся в определении параметров барабанного подборщика на подборе стеблей хлопчатника, обеспечивающих наибольшую полноту подбора стеблей из валка, при соответствующем сочетании факторов, и получены следующие значения факторов:

$$x_1 = -0,53312; x_2 = -0,9986; x_3 = -1,000; x_4 = +0,9998,$$

которым соответствует значение функции отклика  $y = 98,5554$ , в нашем случае, обозначающем полноту подбора стеблей хлопчатника из валка.

Расшифровка кодированных значений факторов дает следующее сочетание оптимальных параметров при полноте подбора 98,56 %:

- частота вращения вала подборщика – 68  $\text{мин}^{-1}$ ;
- поступательная скорость агрегата – 1,14 м/с;
- высота установки концов зубьев от поверхности почвы – 0 мм;
- вылет зубьев за кожух подборщика – 140 мм.

Решение уравнения (9) дало сочетание параметров, обеспечивающих максимальную полноту подбора стеблей хлопчатника. Однако, следует отметить, что зубья подборщика, установленные на уровне поверхности почвы, в результате наличия неровностей микрорельефа при маневрировании по полю соприкасаются с почвой, следствием чего появляется нагрузка на зубья подборщика, которые деформируясь западают за кронштейны скатов и ломаются, особенно это проявляется на каменистых и песчаных почвах. Это нежелательно. Большой же вылет зубьев, до 140 мм, ведет к увеличению металлоемкости и сильному их изгибу при подъеме массы из валка, что является также нецелесообразным.

Исходя из изученных условий работы пресс-подборщика, конструктивных и технологических соображений, проведен математический анализ уравнения регрессии (9) для нахождения приемлемых рациональных сочетаний основных параметров.

Фиксируя приемлемое значение высоты установки зубьев от поверхности почвы – 15 мм и подставляя его кодовое значение в уравнение 3.10, получили уравнение регрессии взаимодействия параметров, влияющих на скоростные режимы работы барабанного подборщика на подборе стеблей хлопчатника из валка (частоты вращения вала подборщика, поступательной скорости агрегата, вылета зубьев за кожух подборщика) [3]:

$$y = 96,317825 - 1,0518x_1 + 0,4875x_4 - 2,8783x_1^2 + 0,8064x_1x_2 - 1,2097x_1x_4. \quad (10)$$

Для изучения влияния частоты вращения подборщика на полноту подбора при различных поступательных скоростях агрегата фиксируем приемлемое значение вылета зубьев за кожух подборщика 130 мм и, подставляя его кодовое значение в уравнение 10, получаем следующее уравнение:

$$y = 96,68345 - 2,8783 X_1^2 - 1,959075X_1 + 0,8064X_1X_2. \quad (11)$$

Далее, фиксируя значения поступательной скорости, получаем уравнения зависимости полноты подбора от частоты вращения для скоростей 1,14; 1,47; 1,87 м/с соответственно:

$$y = 96,68345 - 2,8783x_1^2 - 2,765475x_1, \quad (12)$$

$$y = 96,68345 - 2,8783x_1^2 + 1,959075x_1, \quad (13)$$

$$y = 96,68345 - 2,8783x_1^2 + 1,152675x_1. \quad (14)$$

Анализ результатов показывает следующее:

- полнота подбора при этом изменяется от 91,03 до 97,35 % в параболической зависимости;
- с повышением поступательной скорости агрегата полнота подбора уменьшается;
- с увеличением частоты вращения вала подборщика от 40 до 82  $\text{мин}^{-1}$  соответственно при скоростях агрегата от 1,14 до 1,8 м/с полнота подбора резко увеличивается, а при дальнейшем увеличении до 130  $\text{мин}^{-1}$  соответственно уменьшается;
- наибольшая полнота подбора при всех поступательных скоростях (1,14-1,8 м/с) наблюдается при оборотах вала подборщика 68-82  $\text{мин}^{-1}$ .

Для выбора оптимального соотношения окружной и поступательной скоростей барабанного подборщика на подборе стеблей хлопчатника, задавая значение  $l$ , находим окружную скорость подборщика при определенной поступательной скорости по следующей формуле:

$$V_{\text{окр}} = \lambda V_{\text{п}}. \quad (15)$$

Затем частоту вращения, соответствующую заданному  $l$ , подставляем в уравнение регрессии:

$$n = \frac{60 \times 1000 \times V_{\text{окр}}}{\pi D \delta}, \quad (16)$$

где  $V_{\text{окр}}$  - окружная скорость зубьев подборщика, м/с;  $D\delta$  - диаметр подборщика по концам зубьев, м.

Решением уравнения 10, при подстановке заданных значений соотношения скоростей, получаем зависимости изменения полноты подбора от скоростей подборщика и вылета зубьев за его кожух при различных поступательных скоростях агрегата.

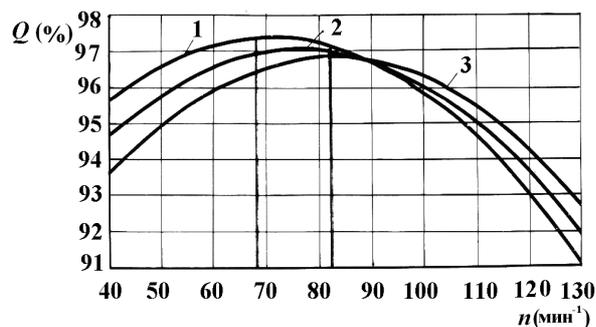


Рис.3. Изменение полноты подбора стеблей хлопчатника  $Q$  в зависимости от частоты вращения подборщика  $n$  при различных поступательных скоростях агрегата.

стях. 1 -  $V_n=1,14$  м/с; 2 -  $V_n=1,47$  м/с; 3 -  $V_n=1,8$  м/с

Решением уравнений (12, 13, 14) получаем данные по изменению полноты подбора стеблей хлопчатника в зависимости от соотношения скоростей подборщика при различных поступательных скоростях, что показано в графическом виде на рис. 4.

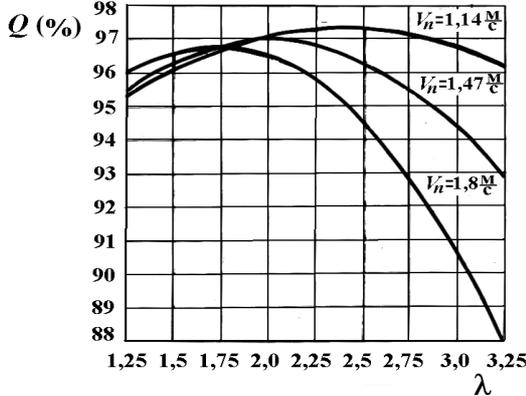


Рис.4. Изменение полноты подбора стеблей хлопчатника в зависимости от соотношения скоростей.

Из построенного графика зависимостей видно, что наибольшая полнота подбора при всех поступательных скоростях (1,14-1,8 м/с) достигается при соотношениях скоростей 1,5-2,5, которые следует считать оптимальными.

При малой скорости движения агрегата (1,14 м/с) соотношение скоростей должно быть наибольшим (2,25-2,5), а при больших скоростях движения агрегата (1,8 м/с) соотношение скоростей должно быть наименьшим (1,5-1,8), а для поступательной скорости 1,47 м/с соотношение скоростей должно быть 1,9-2,1, т.к. при таких соотношениях скоростей наблюдается наибольшая полнота подбора.

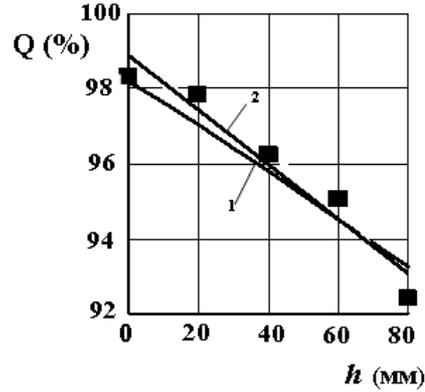
При подборе стеблей хлопчатника, в зависимости от условий работы, приходится работать на различных поступательных скоростях агрегата. В таблице 1 показано, какой должна быть величина окружной скорости зубьев подборщика в зависимости от поступательной скорости агрегата при оптимальных значениях соотношений скоростей.

Таблица 1

Поступательная скорость агрегата, м/с	Оптимальные значения соотношения скоростей	Окружная скорость зубьев, м/с
1,8	1,75	3,16
1,47	2,0	2,94
1,14	2,36	2,7

При установке различного вылета зубьев за кожух подборщика следует ориентироваться на

соотношение скоростей и окружную скорость зубьев подборщика.



1 - расчетная; 2 - экспериментальная

Рис. 5. Изменение полноты подбора стеблей хлопчатника  $Q$  в зависимости от высоты установки зубьев подборщика от поверхности почвы  $h$ .

Для исследования влияния высоты установки зубьев от поверхности почвы на процесс подбора стеблей барабанным подборщиком фиксируем приемлемые значения параметров подборщика (поступательная скорость агрегата 1,14 м/с, частота вращения 78 мин<sup>-1</sup>, вылет зубьев за кожух 130 мм) и, подставляя их кодовые значения в уравнение 9, получаем следующее линейное уравнение регрессии, отображающее изменение полноты подбора в зависимости от высоты установки зубьев:

$$Y = 95,6984005 - 2,489x_3 \quad (17)$$

Решение уравнения 17, представлено зависимостью 1 на рис. 5, в сравнении с экспериментальной зависимостью 2, полученной при обработке полевых опытных данных, выраженной эмпирическим уравнением 18

$$Y = 98,896 - 0,0731x_3 \quad (18)$$

Из рисунка 5 видно, что наибольшая полнота подбора стеблей из валков наблюдается тогда, когда зубья подборщика установлены на уровне почвы. Однако, вследствие наличия неровностей микрорельефа поверхности почвы, работа подборщика без зазора ведет к увеличению нагрузки на зубья, что может привести к быстрому их износу и деформации.

Стало быть, подбор стеблей хлопчатника целесообразно проводить при установке зубьев подборщика на высоте 15-30 мм от поверхности почвы [48,49].

Фиксируя поступательную скорость агрегата 1,14 м/с, частоту вращения 78 мин<sup>-1</sup>, высоту установки зубьев от поверхности почвы 15 мм и подставляя их кодовые значения в уравнение 9, получаем линейное уравнение регрессии, отображающее изменение полноты подбора стеблей в зависимости от вылета зубьев за кожух подборщика:

$$y = 96,616238 + 0,85041x_4 \quad (19)$$

Для определения влияния количества граблин на полноту подбора стеблей хлопчатника были проведены опыты на лабораторно-полевой установке в экспериментальном хозяйстве УзМЭИ. Фон – после двукратной машинной уборки хлопка, прохода куракоуборочной машины, ручной зачистки и укладки стеблей в валки корчевателем-валкоукладчиком, сорт хлопчатника - Ташкент-1, ширина междурядий - 90 см, длина растений - 86-138 см, диаметр корневой шейки - 9-25 мм, влажность стеблей - 33-49 %, схема посева - частогнездовой, урожайность стеблей - 4,6 т/га, ширина валка - 83-120 см, высота - 15-37 см, линейная плотность - 165 кг/м<sup>3</sup>, угол расположения стеблей в оси валка - 30-45°.

Влияние количества граблин на полноту подбора выражается эмпирическим уравнением 20 (рис. 6)

$$Q=79,335+5,865m-0,445m^2. \quad (20)$$

Полученные данные показывают, что наибольшая полнота подбора достигается при установке пяти и шести граблин и составляет 97,37 % и 98,56 % соответственно, что удовлетворяет исходным требованиям. Такая высокая полнота подбора объясняется тем, что зубья подборщика воздействуют на меньший участок по длине валка.

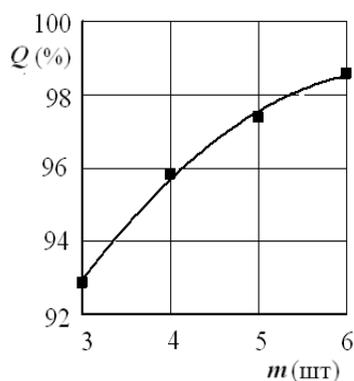


Рис. 6. Изменение полноты подбора стеблей

хлопчатника Q в зависимости от количества граблин подборщика m

Для облегчения изготовления подборщика стеблей хлопчатника, уменьшения его металлоемкости и обеспечения универсальности с сеной моделью, целесообразно устанавливать на нем пять граблин.

Прессованные тюки по технологии заготовки загружаются в тележки грейферным погрузчиком [4].

Таким образом теоретические предпосылки были подтверждены экспериментальными исследованиями.

#### Литература:

1. Куламетов Н.А. Технологические основы механизации уборки и заготовки стеблей хлопчатника. - Ташкент: Фан, 1990.-134 с.
2. Тухтакузиев А.Т., Мирсаидов А.Т. К определению скоростных режимов подборщика стеблей хлопчатника и параметров, влияющих на них// Проблемы механики – Ташкент, 2012. - №3. – С. 63-65.
3. Мирсаидов А.Т. Определение оптимальных значений частоты вращения и соотношения скоростей барабанного подборщика на уборке стеблей хлопчатника // Агро илм. – Ташкент, 2007. - №4. – С. 44-45.
4. Куйчиев О.Р., Мирсаидов А.Т., Соатов А.М. К вопросу определения параметров грейферных погрузчиков// 20 международная практическая конференция «Вопросы технических и физическо-математических наук в свете современных исследований»// Сборник статей по материалам 20 международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2019. № 10 (16). – С. 46 – 52.

## ҲАРБИЙЛАШТИРИЛГАН ТРАНСПОРТНИ ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАРНИ БАРТАРАФ ЭТИШ УЧУН ИНТЕГРАЛЛАШГАН ДАСТУРИЙ МАЖМУА ТУЗИЛМАСИ

Амонова Г.Б., Зарипов О.О., Сулейманов А.А., Тошкент давлат техника университети  
Рузиев С.Т., Самарканд давлат архитектура курилиш институти

**Аннотация.** Ушбу мақолада ҳарбийлаштирилган транспортни фавқулодда вазиятларни бартараф этиш учун интеграллашган дастурий мажмуа тузилмасининг имкониятлари ёритиб берилган.

**Калит сўзлар:** Ҳарбийлаштирилган транспорт, фавқулодда вазият, экстремал, инкироз ҳолат.

Замонавий ишлаб чиқариш шароитларида CAD/CAM/CAE (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing/Computer Aided Engineering - Автоматлаштирилган лойиҳалаш тизими) технологияларидан фойдаланиш, уларни PDM (Product Data Management - Маҳсулот маълумотларини бошқариш тизи-

ми) тизимига бирлаштириш, ахборот-ий тизимларни ҳосил қилиш учун CALSдан (Маҳсулотни етказиб бериш ва ҳаётий циклини доимий равишда ахборот билан таъминлаш) фойдаланиш ва барча ишлаб чиқилган тизимларни Industry 4.0 элементларига интеграция-

лаш масалалари ва тартиби фавкулотда вазиятларни бартараф этиш учун замин яратади.

Фавкулотда вазиятларда замонавий CAD/CAM/CAE, PDM ва CALS технологияларини жорий қилган ҳолда Industry 4.0 элементларига бирлаштиришнинг алгоритмлари ва математик моделлари асосида 4 та осттизимдан иборат дастурий мажмуа ишлаб чиқилди.

Мажмуа ва унинг осттизимлари дастурий воситаси Java Swing GUI дастурлаш муҳитида ишлаб чиқилиб, Интеллектуал мулк агентлигидан дастурий гувоҳнома олинган [1-3].

Ишлаб чиқилган 4 та осттизим бир-бирлари билан интеграл тарзда маълумот алмашади ва ягона ахборот алмашиш муҳитни ташкил этади (1-расм). Ягона ахборот алмашиш муҳити осттизимларнинг генерация функциялари ёрдамида марказлашган тўлдириш алгоритмларидан фойдаланиб ишлаб чиқилган.

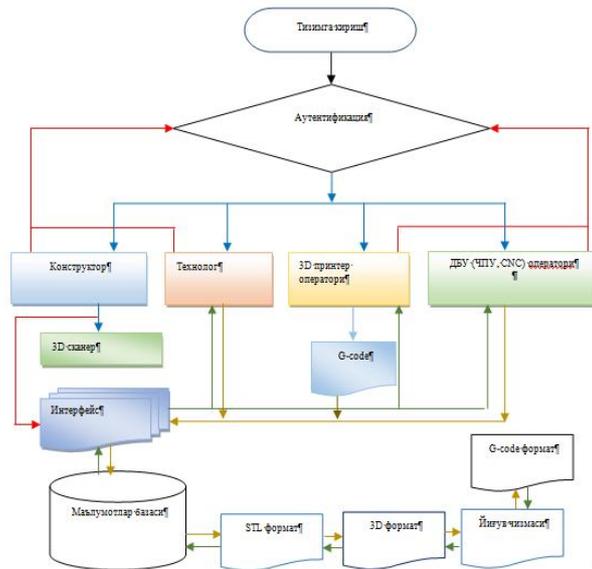
Дастурий мажмуани ҳосил қилишда ҳар бир осттизими ягона маълумотлар базасига бирлаштирилган.

2-расмда « Ҳарбийлаштирилган транспортни фавкулотда вазиятларни бартараф этиш учун интеграллашган дастурий мажмуа тузилмаси»нинг умумий интеграл тарзда ишлаш алгоритми келтирилган.

Тизимда фойдаланувчининг вазифаси ва иш фаолияти туридан келиб чиқиб шахсий кабинет шакллантирилган. Фойдаланувчилар администратор (Бош инженер), конструктор, технолог, ДБУ (ЧПУ, CNC) оператори, 3D принтер оператори каби профилларга ажритилган. Тизимга ишлаб чиқариш корхонаси ҳудудида ташкил қилинган локал тармоқ, WI-FI, VPN орқали кириш имконияти мавжуд. Тизим хавфсизлигини таъминлаш мақсадида ҳар бир фойдаланувчи шахсий логин, парол ва ЭРИ калитидан фойдаланади (3-расм).

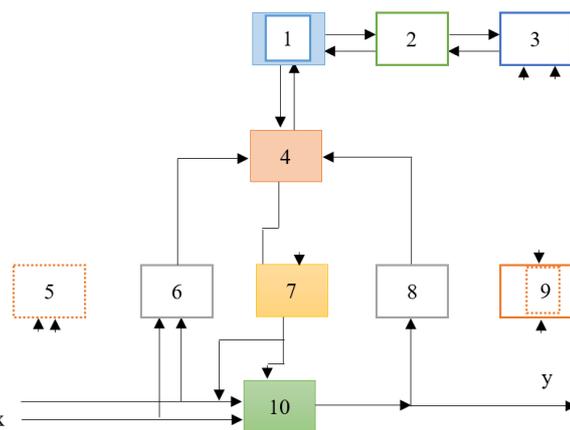


1-расм. « Ҳарбийлаштирилган транспортни фавкулотда вазиятларни бартараф этиш учун интеграллашган дастурий мажмуа тузилмаси»нинг маълумот алмашиш принципи.



2-расм. « Ҳарбийлаштирилган транспортни фавкулотда вазиятларни бартараф этиш учун интеграллашган дастурий мажмуа тузилмаси»нинг умумий интеграл тарзда ишлаш алгоритми.

Тизимда шунингдек Бошқарувчи технологик жараён муҳити (БТЖМ) ҳам яратилган бўлиб, бу жараён учун назорат қилувчи таъсирлар «Бошқарувчи, бошқарилувчилар» аниқлаган, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг килувчи таъсирлари ва чиқувчи параметрлари орасида детерминик ва эҳтимоллилик боғланишлар ўрнатилган, килувчи таъсирлар ва чиқувчи параметрларни автоматик ўлчаш усуллари билан жараённи бошқариш усуллари ишлаб чиқилган. Натижада бошқарувчи технологик жараённи моделлаштириш ва асосий тизимга жорий қилиш учун ишлаб чиқиш базаси бўлиб хизмат қилмоқда (3-расм).



Бу ерда 1 – сервер; 2 - индивидуал (инженер-дастурчи) билан алоқа компоненти; 3 - оператор дастури; 4 - интерфейслар мослаштириш ва бирлаштириш компоненти; 5, 9 - визуал назорат учун автоном қурилма (информацион маълумотнома қурилмалари), 6,8 - маълумот-

ларни регистрация қилиш регистраторлари, 7 - маълумотларни қайта ишлаш қурилмалари (қўшимча маълумотлар базаси); 10 – бошқаришни технологик объекти.

Дастлаб маматматик ва электрон моделлаш ва лойиҳаланаётган тизимнинг функционаллик натижалари бўйича жараённи модификациялаш имкониятини яратиб оламиз, бунда яратилаётган технологик жараён мураккаб бўлганлиги учун, технологик бошқариладиган жараённинг ўзини ишлаб чиқиш ва тахрирлаш имконияти яратилади. Яъни бошқариш тизимини ҳам бошқарилаётган технологик жараённинг ҳам ўзаро мослашиш имкониятлари ортади [3,4,5].

Шундай қилиб, асосий технологик операция ва унинг бошқарувчи технологик жараёнда инсон иштирокисиз бажарилишини таъминловчи замонавий (CIMATRON, САТІА, Unigrapics, AutoGraph RS/6000 – 42Т) тизимларни технологик жараёнларни автоматик бошқариш тизимларига интеграциялаш имкониятини яратиб олишимиз мумкин. Натижада куйидаги ифода ни ҳосил қиламиз:

$$y(t + \Delta t) = A\{U(t) + By(t); F[\zeta(t), \eta(\tau)]\}, \quad (1)$$

бу ерда  $y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$  - чикувчи комплекс ўзгарувчиси;  $\Delta t$  - БТЖМнинг дастлабки циклидан бошлаб ушбу ҳаракатлар натижалари тўғрисида назорат ахборотини олиш учун кетган вақт;  $A$  – бутун КТТЖ БАТ (конструкторлик-технологик тайёрлаш жараёни босқичларини автоматлаштириш тизими) бошқариш оператори;  $U(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t)\}$  - назорат қилинадиган таъсир қилиш.

Бу ҳолда КТТЖ БАТда технологик жараённинг бориши тўғрисидаги маълумотни кириштиш  $t$  ва қайта ишлаш  $\tau$  вақтлари:

$$t_0 \leq t \leq t_0 + T; \quad t \leq \tau \leq t + \Delta t, \quad (2)$$

$t_0$  - бошқарувчи таъсирга ишлов бериш ва кириштиш вақти;  $T$  - реал (фактик) кечикиш вақти яъни енгил бошқарувчи таъсирларнинг бошланишидан чикувчи ўзгарувчининг янги қиймати тўғрисидаги назорат ахборотни олгунга қадар ўтган вақт. Бу жараён ростлаш қоидалари (ПИ қонун) бўйича ЭХМда тўғрида-тўғри рақамли бошқариш режимида амалга оширилади.

Жараённи куйидаги ҳолатда аниқлашни ва ҳисобга олиш мумкинлигини эътиборга олиш лозим. Масалан технологик жараённи бошқариш натижаларини олдиндан статик ишлов берилгандан сўнг:

$$My(t + \Delta t) = MA\{U(t) + B[My(t)], \zeta(t)\}, \quad (3)$$

бу ерда  $M$  – катталиқ математик кутилма (1) кўринишга эга бу ҳолда «синхрон-циклик» бошқариш алгоритми ўринли бўлади.

КТТЖ (Конструкторлик-технологик тайёрлаш жараёни бошқарувни автоматлаштириш

тизими), ИЧТГАТ (Ишлаб чиқаришни технологик тайёрлаш), ЛАТ (Лойиҳалашда автоматлаштириш тизими) ва МИЧГАТ (Машинасозликда ишлаб чиқариш технологияси) бош функцияси – бу техник инсон-машина тизимлари, ёки ўзаро таъсирлашувчи элементларнинг ва техник воситаларнинг (ЭХМ) жамламаси, улар мақсадларнинг бирлиги ва маълумотлар алмашишнинг умумий мақсадга йўналтирилган қоидалари билан, яъни ўзаро муносабатлар билан бирлаштирилган [6-8].

АТ нафақат умумий характерга эгалиги билан балки элементлар ўртасида маълумотларни алмашиш ва ўзаро муносабатларнинг мақсадга йўналтирилган бирор жамланмаси (яъни интерфейси) билан аниқланадики, бу ўз навбатида АТ учун бирор мақсадга йўналтирилган ҳаракат (бошқариш), унинг бош функциясини бажаришга интилиш ёки маълум берилган (зарур) ҳолатга эришиш имконини беради. Ўзининг бош функцияси («жараёнларни бошқаришни амалга ошириш...»)ни бажармаган ёки маълум функционал ҳолатга эришмаган автоматлаштирилган тизим (автоматлаштирилган) бошқариш тизими бўлмайди [8-9].

Умумлашган БАТнинг математик моделини ишлаб чиқишни кўриб чиқамиз:

$$A_{\text{умумф}} = S_{ij} \{P_{if}; T_{kf}; M_{jf}; B_{ukf}; C_{imf}; \dots\} \quad (4)$$

бу ерда  $A_{\text{умумф}}$  - фойдали ҳаракат (таъсир этиш) бўйича умумлашган БАТ;

$S_{ij}$  – вариантдаги  $i$  - функция бўйича тизим (осттизимларнинг жамламаси), яъни тизимнинг таркиби;  $\{P_{if}; T_{kf}; M_{jf}; B_{ukf}; C_{imf}; \dots\}$  - ташкил этувчи осттизимларнинг жамламаси;  $P_{if}$  - бош функция бўйича ишлаб чиқаришни тайёрлашни бошқариш осттизими;  $T_{kf}$  - ишлаб чиқариш функцияси бўйича ишлаб чиқаришнинг турини (йиғиш, механик ишлов бериш ва ҳ.к.) бошқариш осттизими;  $M_{jf}$  - корхона функцияси бўйича моддий, инженерлик, техник ва лойиҳавий таъминот осттизими;  $B_{ukf}$  - корхона функцияси бўйича бухгалтерлик ҳисоби ва ҳисоботлар, кадрлар, ижтимоий маиший масалалар, умумий масалалар осттизими;  $C_{imf}$  - функционаллик ва вазифалар бўйича молиявий ва нарх-наво инженерияси, маркетинг, бизнес-режалаштириш, хизматлар ўртасидаги ҳаракатларни кординациялаш ва корхонанинг статистикаси осттизими;  $\{\dots\}$  - қолган қисм тизимлар (корхонанинг ва функционаллик талабларига боғлиқ тарзда тўлдирилади).

Функционал ёндашув нуқтаи назаридан АТнинг ( $S_{ij}$ ) техник таркибини қолган ( $S'_{ij}$ ) осттизимлар билан характерловчи ҳаракат (таъсир этиш) операторлари орқали ёзамиз.

**Адабиётлар:**

1. Зарипов О.О., Хамракулов У.Ш. Интегрированная информационно-аналитическая система конструкторско-технологической подготовки производства / ЭХМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома DGU 05166, 20.02.2018 й.
2. Сулейманов А. А., Хасанов О. Механизм обеспечения безопасности. Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации // Первая международная научно-практическая конференция. Екатеринбург, 2007. Ч. 1. С. 3—5.
3. Igamberdiyev H.Z., Yusupbekov A.N., Zaripov O.O., Sevinov J.U. Algorithms of adaptive identification of uncertain operated objects in dynamical models // Procedia Computer Science - 9th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception, ICSCCW 2017.
4. Levitt R.E., Kunz J.C. "Using Artificial Intelligence Techniques to Support Project Management." Artificial Intelligence in Engineering Design, Analysis and Manufacturing. Vol. 1, No. 1 (2017). pp. 3-24.
5. Madzhidov I.U., Ibragimov B.T., Suleymanov A.A. Composições modernas de isolamento térmica para o aumento da resistência térmica das estruturas de

concreto reforçadas Ciência, engenharia e tecnologia 4 de julho, SÃO PAULO, BRASIL 2019 Publicado por Science WA Ltd pp 78-86.

6. Аль-Шамери Язид Мохаммед. Обобщенная ER-диаграмма архива проектных решений. Материалы XVI межд. конференции по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2013), – Спб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013, Т.2 С.33-37.

7. Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование баз данных информационных систем. - М.: Финансы и статистика, 1989. - 351 с.

8. Сулейманов А.А., Мусаев М.Н., Серков Б.Б. Степень риска деятельности спасательных подразделений при чрезвычайных явлениях на объектах промышленности, строительства, транспорта. Дальневосточная весна – 2018 : материалы 16-й Международ. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 27 апреля 2018 г. / редкол. : И. П. Степанова (отв. ред.), Г. Е. Никифорова (зам. отв. ред.). – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 336 с. – с. 249-252.

9. Мусаев М.Н., Сулейманов А.А., Деятельность сводных штабов, создаваемых при экстремальных и чрезвычайных явлениях Ўзбекистон Республикаси Миллий гвардияси Ҳарбий-техник институти ахборотномаси. 2019. 3-сон - с.189-160.

УДК.539.3

## НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КОЛЕБАНИЯ КРУГОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТРЁХСЛОЙНЫХ ОБОЛОЧЕК.

Худойназаров Х.Х., Ялгашев Б.Ф.

В работе рассматриваются вопросы постановки задач о нестационарных колебаниях круговых цилиндрических трехслойных оболочек из упругого материала. Считается, что оболочка состоит из двух крайних несущих слоев и заполнителя между ними. Приведены основные уравнения движения крутильных, продольно-радиальных и поперечных колебаний отдельно для каждого слоя оболочки, которые связаны контактными условиями между слоями. Осуществлены постановки задач о крутильных, продольно-радиальных и поперечных колебаниях такой оболочки. Приведены основные виды граничных и контактных условий рассматриваемых задач.

**Ключевые слова.** Трехслойная оболочка, колебания, напряжения, деформации, нестационарность, заполнитель, несущие слои.

### Uch qatlamli doiraviy silindrik qoboqlarning nostatsionar tebranishlari

Ishda elastic materialdan tayyorlangan uch qatlamli doiraviy silindrik qoboqlarning nostatsionar tebranishlari masalalarning qo'yilishi muammolari qaralgan. Qobiq ikkita chetki yuk tashuvchi va ular orasini to'ldiruvchi qatlamlardan iborat deb hisoblanadi. Qobiqning kontakt shartlari bilan bog'langan har bir qatlam uchun buralma, bo'ylama-radial va ko'ndalang tebranishlari harakat tenglamalari keltirilgan. Shunday qobiqning buralma, bo'ylama-radial va ko'ndalang tebranishlari haqidagi masalalar qo'yilgan. Qaralayotgan masalalar uchun chegaraviy va kontakt shartlarning asosiy ko'rinishlari keltirilgan.

**Kalit so'zlar.** Uch qatlamli qobiq, tebranishlar, kuchlanish, deformatsiya, nostatsionarlik, to'ldiruvchi, yuk tashuvchi qatlamlar.

### Non-stationary oscillations of circular cylindrical three-layer shells

The paper deals with the formulation of problems on unsteady oscillations of circular cylindrical three-layer shells of elastic material. It is believed that the shell consists of two extreme bearing layers and a filler between them. The basic equations of motion of torsional, longitudinally radial and transverse vibrations separately for each layer of the shell, which are connected by contact conditions between the layers. The problems of torsional, longitudinal- radial and transverse vibrations of such a shell are formulated. The main types of boundary and contact conditions of the problems under consideration are given.

**Keywords.** Three-layer shell, vibrations, stresses, deformations, non-stationary, middle layer, bearing layers.

**1. Введение.** Рассматриваемые, в работе проблемы о колебательных процессах в трех-

слойных цилиндрических оболочках включает в себя задачи о нестационарных крутильных,

продольно-радиальных и поперечных колебаниях. Естественно, при этом следует перейти к упрощенным моделям расчета оболочек, которые подразумевают приведения трехмерной по пространственным координатам задачи теории оболочек к двумерной. Для этого в качестве основных неизвестных функций берутся перемещения срединной поверхности оболочки [1], используются различные методы и подходы, применяющие различного рода упрощающие гипотезы и предпосылки механического и геометрического характера [2,3]. Примененные, при построении теории, гипотезы и предпосылки вместе с упрощениями приводят к существенным недостаткам и погрешностям [4].

Одним из основных методов приведения трехмерной по пространственным координатам задачи теории оболочек к двумерной является метод использования общих решений в преобразованиях трехмерных задач теории упругости [5]. Существенное и успешное применение этого метода к задачам динамики круговых цилиндрических оболочек получены в работах [6-9]. В них получены общие уравнения колебаний стержней, пластин и оболочек с учетом различных реологических, анизотропных, температурных, неоднородных и других свойств материала, а также с изменяемой геометрией сечения, переменности жесткости и других факторов. Метод основан на применении интегральных преобразований по координате и времени, и использовании общих решений в преобразованиях трехмерных задач теории упругости с последующим разложением этих решений в степенные ряды для приближенного удовлетворения динамических условий, заданных на граничных поверхностях рассматриваемой упругой системы [10].

В работе рассматриваются задачи о нестационарных колебаниях круговой цилиндрической упругой трехслойной оболочки на основе указанного метода. Сущность которого сводится к изучению построенных решений при различных типах внешних воздействий и к выяснению условий, при выполнении которых, смещения или их «главные части» удовлетворяют несложным уравнениям колебания, и к нахождению алгоритма, позволяющего по полю этих «главных частей» вычислять приближенные значения полей смещений и напряжений в любом сечении для произвольного момента времени [11].

**2. Общая постановка задачи.** В цилиндрической системе координат  $(r, \theta, z)$  рассмотрим неоднородную по толщине трехслойную круговую цилиндрическую оболочку из вязкоупругого материала. Будем считать, что рациональная конструкция оболочки с точки зрения её работы на действие динамических нагрузок будет такой, когда основная масса жесткого

материала в виде двух слоев, называемые в дальнейшем несущими слоями, разнесена на некоторое расстояние с помощью тонкой стенки или третьего слоя. Третий слой может быть из того же материала что и несущие слои. Когда пространство между двумя жесткими слоями заполнено более легким, а следовательно, менее жестким материалом, называется в дальнейшем наполнителем. Третий слой или наполнитель удерживает несущие слои на расстоянии, равном его толщине и осуществляет их совместную работу.

При этом, если рассматриваются задачи, отличные от задач поперечного колебания оболочки, то как нетрудно догадаться, что совместная работа несущих слоев зависит от способности наполнителя сопротивляться их относительному сдвигу. Исходя, из этих соображений будем считать, что контакты между несущими слоями и наполнителем жесткие.

Ось  $Oz$  системы координат направим по оси симметрии оболочки и пронумеруем слои так, как показана на рис. 1а. Через  $a$  и  $b$  обозначаем внутренний и внешний радиусы оболочки, а через  $r_1$  и  $r_2$  - внутренний и внешний радиусы срединного слоя (заполнителя). При выводе уравнений колебания будем считать, что как цилиндрическая оболочка в целом, так и несущие слои и наполнитель, строго подчиняются математической теории упругости и в точной постановке описываются трехмерными её уравнениями в линейной постановке.

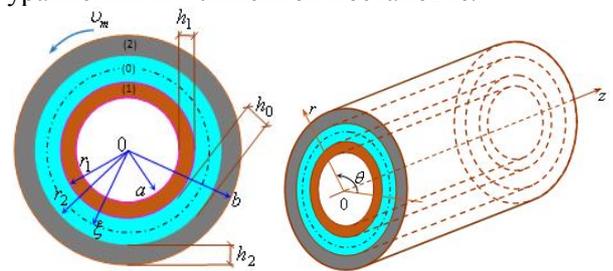


Рис.1. Трехслойная цилиндрическая оболочка

Компоненты векторов перемещений точек слоев  $(m = 0,1,2)$  по осям координат, которые считается малыми, обозначим через  $u_m(r, \theta, z, t)$ ,  $v_m(r, \theta, z, t)$ ,  $w_m(r, \theta, z, t)$ . Здесь и далее везде индекс  $m$  принимает значения 0,1,2. Поэтому, в дальнейшем, не будем подчеркивать это каждый раз подразумевая, что это всегда имеет место. Для компонент тензоров напряжений и деформаций точек слоев введем следующие общепринятые обозначения:

$$\begin{aligned} \sigma_{rr}^{(m)}, \sigma_{\theta\theta}^{(m)}, \sigma_{zz}^{(m)} & - \text{нормальные напряжения;} \\ \tau_{r\theta}^{(m)}, \tau_{\theta z}^{(m)}, \tau_{zr}^{(m)} & - \text{касательные напряжения;} \\ \varepsilon_{rr}^{(m)}, \varepsilon_{\theta\theta}^{(m)}, \varepsilon_{zz}^{(m)} & - \text{деформации удлинения;} \end{aligned}$$

$\lambda_{r\theta}^{(m)}, \gamma_{\theta z}^{(m)}, \gamma_{zr}^{(m)}$  – угловые деформации;  
 $\varepsilon^{(m)} = \varepsilon_{rr}^{(m)} + \varepsilon_{\theta\theta}^{(m)} + \varepsilon_{zz}^{(m)}$  – объёмная дефор-

мация.

Зависимости между компонентами напряжений и деформаций в точках слоев круговой цилиндрической трехслойной оболочки считаются заданными в виде [1]

$$\begin{aligned} \sigma_{ii}^{(m)}(r, \theta, z, t) &= \lambda_m \varepsilon^{(m)} + 2\mu_m \varepsilon_{ii}^{(m)}; \\ \tau_{ij}^{(m)}(r, \theta, z, t) &= 2\mu_m \gamma_{ij}^{(m)}; \quad (i \neq j); \\ (i, j &= r, \theta, z), \end{aligned} \quad (2.1)$$

где  $\lambda_m, \mu_m$  – коэффициенты Ламе материалов слоев.

Уравнения движения точек слоев, как цилиндрических трехмерных тел, при отсутствии объемных сил имеют вид [6].

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{zr}^{(m)}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta z}^{(m)}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{zz}^{(m)}}{\partial z} + \frac{\tau_{zr}^{(m)}}{r} &= \rho_m \frac{\partial^2 u_m}{\partial t^2}; \\ \frac{\partial \tau_{r\theta}^{(m)}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{\theta\theta}^{(m)}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{z\theta}^{(m)}}{\partial z} + \frac{2}{r} \tau_{r\theta}^{(m)} &= \rho_m \frac{\partial^2 v_m}{\partial t^2}; \\ \frac{\partial \sigma_{rr}^{(m)}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}^{(m)}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{zr}^{(m)}}{\partial z} + \frac{\sigma_{rr}^{(m)} - \sigma_{\theta\theta}^{(m)}}{r} &= \rho_m \frac{\partial^2 w_m}{\partial t^2}, \end{aligned} \quad (2.2)$$

Далее следуя [7] потенциалы продольных  $\varphi_m$  и поперечных  $\bar{\phi}_m$  волн введем по формуле

$$\vec{U}^{(m)} = grad \varphi_m + rot[\bar{e}_z \psi_m + rot(\bar{e}_z \chi_m)]. \quad (2.3)$$

Заметим, что при представлении векторных потенциалов  $\bar{\phi}_m$  в виде

$$\bar{\phi}_m = \bar{e}_z \psi_m + rot(\bar{e}_z \chi_m),$$

где  $\bar{e}_z$  – единичный вектор по оси  $z$ , условия соленоидальности  $div \bar{\phi}_m = 0$  векторных полей  $\bar{\phi}_m$  выполняются автоматически.

Подстановка выражений (2.3) в уравнения движения (2.2) позволяет написать их через волновые уравнения относительно потенциалов волн

$$(\lambda_m + 2\mu_m)\Delta \varphi^{(m)} = \rho_m \ddot{\varphi}_m; \quad \mu_m \Delta \bar{\phi}_m = \rho_m \ddot{\bar{\phi}}_m, \quad (2.4)$$

где  $\rho_m$  – плотности материалов слоев;  $\Delta$  – трехмерный оператор Лапласа в цилиндрической системе координат.

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Из выражений (2.3) легко определить компоненты векторов смещений слоев оболочки  $u_m, v_m, w_m$  через потенциалы продольных  $\varphi_m$  и поперечных  $\psi_m, \chi_m$  волн

$$\begin{aligned} u_m &= \frac{\partial \varphi_m}{\partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial \chi_m}{\partial r} - \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial \theta^2}; \\ v_m &= \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_m}{\partial \theta} - \frac{\partial \psi_m}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial z \partial \theta}; \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$w_m = \frac{\partial}{\partial r} \left[ \varphi_m + \frac{\partial \chi_m}{\partial z} \right] + \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_m}{\partial \theta}.$$

Последние выражения для компонент векторов смещений точек слоев оболочки позволяют выразить и компонент деформации через потенциалы волн

$$\begin{aligned} \varepsilon_{rr}^{(m)} &= \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial r^2} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \varphi_m}{\partial \theta} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial r \partial \theta} + \frac{\partial^3 \chi_m}{\partial z \partial r^2}, \\ \varepsilon_{zz}^{(m)} &= \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial z^2} - \left( \Delta - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \frac{\partial \chi_m}{\partial z}, \\ \varepsilon_{\theta\theta}^{(m)} &= \frac{1}{r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\partial}{\partial r} \right) \left( \varphi_m + \frac{\partial \chi_m}{\partial z} \right) + \left( \frac{1}{r} - \frac{\partial}{\partial r} \right) \frac{\partial \psi_m}{\partial \theta}, \\ \gamma_{r\theta}^{(m)} &= \frac{1}{r} \left( \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{r} \right) \left[ \frac{\partial \varphi_m}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial \theta \partial z} \right] + \\ &+ \frac{1}{2r^2} \left[ \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial \theta^2} - r^3 \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial \psi_m}{\partial r} \right) \right], \\ \gamma_{\theta z}^{(m)} &= \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial \theta \partial z} - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial z \partial r} - \frac{1}{2r} \left( \Delta - 2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \frac{\partial \chi_m}{\partial \theta}, \\ \gamma_{rz}^{(m)} &= \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} \left( 2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \Delta \right) \chi_m + \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial r \partial z} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial \theta \partial z}. \end{aligned}$$

Если рассматриваются задачи симметричные относительно оси, то компоненты векторов смещений слоев оболочки не зависят от угловой координаты  $\theta$  и, выражения (2.5) принимают вид

$$\begin{aligned} u_m &= \frac{\partial \varphi_m}{\partial z} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial \chi_m}{\partial r} \right), \quad v_m = -\frac{\partial \psi_m}{\partial r}, \\ w_m &= \frac{\partial \varphi_m}{\partial r} + \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial r \partial z} \end{aligned} \quad (2.6)$$

В этом случае упрощаются и формулы для компонент деформации, которые можно записать в виде

$$\begin{aligned} \varepsilon_{rr}^{(m)} &= \frac{\partial^2}{\partial r^2} \left( \varphi_m + \frac{\partial \chi_m}{\partial z} \right), \\ \varepsilon_{zz}^{(m)} &= \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial z^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial r \partial z} \right), \\ \varepsilon_{\theta\theta}^{(m)} &= \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \varphi_m + \frac{\partial \chi_m}{\partial z} \right), \\ \gamma_{r\theta}^{(m)} &= -\frac{r}{2} \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_m}{\partial r} \right), \\ \gamma_{\theta z}^{(m)} &= -\frac{1}{2} \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial z \partial r}, \\ \gamma_{rz}^{(m)} &= \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial r \partial z} + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial r} \left[ \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial}{\partial r} \right) \right] \chi_m. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Ниже приводятся некоторые, исследуемые в диссертационной работе, варианты постановки

краевых задач динамики круговых цилиндрических вязкоупругих трехслойных оболочек.

**3. Краевые задачи нестационарных колебаний круговой цилиндрической трехслойной оболочки.**

**А) Крутильные колебания круговой цилиндрической трехслойной оболочки.**

Предполагается, что при  $t < 0$  оболочка находится в покое, и в момент  $t = 0$  к её граничным поверхностям прикладываются напряжения, вызывающие крутильные её колебания, т.е. считаются, что граничные условия имеют вид

$$\begin{aligned} \text{при } r = a, \tau_{r\theta}^{(1)}(a, z, t) &= F_{r\theta}^{(1)}(z, t); \\ \text{при } r = b, \tau_{r\theta}^{(2)}(b, z, t) &= F_{r\theta}^{(2)}(z, t) \end{aligned} \quad (3.1)$$

Кроме того, по условиям жесткого контакта на граничных поверхностях между слоями должны выполняться условия равенства смещений и напряжений, т.е.

$$\begin{aligned} \text{при } r = r_1, v_0(r_1, z, t) &= v_1(r_1, z, t), \\ \tau_{r\theta}^{(0)}(r_1, z, t) &= \tau_{r\theta}^{(1)}(r_1, z, t) \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} \text{при } r = r_2, v_0(r_2, z, t) &= v_2(r_2, z, t), \\ \tau_{r\theta}^{(0)}(r_2, z, t) &= \tau_{r\theta}^{(2)}(r_2, z, t). \end{aligned} \quad (3.3)$$

Начальные условия задачи считаются нулевыми. Крутильные колебания оболочки являются осесимметричными, и поэтому перемещения и деформации точек слоев, а, следовательно, и напряжения, не зависят от угловой координаты. Отличными от нуля будут только перемещения  $v_m$ , напряжения  $\tau_{z\theta}^{(m)}$ ,  $\tau_{\theta r}^{(m)}$  и деформации  $\gamma_{z\theta}^{(m)}$ ,  $\gamma_{\theta r}^{(m)}$  [8]. При этом перемещения и деформации определяются по формулам (2.6) и (2.7), из которых следуют, что они зависят только от потенциалов  $\psi_m$ ,

В этом случае уравнения движения (2.2) принимают вид

$$\frac{\partial \tau_{r\theta}^{(m)}}{\partial r} + \frac{2\tau_{r\theta}^{(m)}}{r} + \frac{\partial \tau_{z\theta}^{(m)}}{\partial z} = \rho_m \frac{\partial^2 v_m}{\partial t^2} \quad (3.4)$$

которые, после применения (2.3) переходят к волновым уравнениям относительно потенциалов  $\psi_m$ , т.е. уравнениями движения круговой цилиндрической вязкоупругой трехслойной оболочки, при её крутильных будут

$$\mu_m \Delta \psi_m = \rho_m \frac{\partial^2 \psi_m}{\partial t^2}; \quad (m = 0, 1, 2), \quad (3.5)$$

где  $m = 1$  при  $a \leq r \leq r_1$ ,  $m = 0$  при  $r_1 \leq r \leq r_2$  и  $m = 2$  при  $r_2 \leq r \leq b$ .

Таким образом задача о крутильных колебаниях трехслойной оболочки приводится к интегрированию уравнений (3.5) при граничных – (3.1), контактных – (3.2), (3.3), а также нулевых

$$\psi_m = \frac{\partial \psi_m}{\partial t} = 0; \quad (m = 0, 1, 2). \quad (3.6)$$

начальных условиях при  $t = 0$ .

**Б) Продольно-радиальные колебания круговой цилиндрической трехслойной оболочки.** В этом случае, как и при крутильных колебаниях предполагается, что при  $t < 0$  оболочка находилась в покое, а в момент  $t = 0$  к её внутренней и внешней поверхностям прикладываются напряжения, вызывающие продольно-радиальные колебания, т.е. считаются, что граничные условия имеют вид

$$\begin{aligned} \text{при } r = a, \sigma_{rr}^{(1)}(a, z, t) &= F_r^{(1)}(z, t), \\ \tau_{rz}^{(1)}(a, z, t) &= F_{rz}^{(1)}(z, t), \\ \text{при } r = b, \sigma_{rr}^{(2)}(b, z, t) &= F_r^{(2)}(z, t), \\ \tau_{rz}^{(2)}(b, z, t) &= F_{rz}^{(2)}(z, t). \end{aligned} \quad (3.7)$$

Кроме того, на поверхностях контакта между слоями оболочки должны выполняться условия жесткого контакта, которые требуют равенства перемещений и напряжений, т.е.

$$\begin{aligned} \text{при } r = r_1, w_0(r_1, z, t) &= w_1(r_1, z, t), \\ u_0(r_1, z, t) &= u_1(r_1, z, t), \\ \tau_{rz}^{(0)}(r_1, z, t) &= \tau_{rz}^{(1)}(r_1, z, t) \end{aligned} \quad (3.8)$$

$$\begin{aligned} \text{при } r = r_2, w_0(r_2, z, t) &= w_2(r_2, z, t), \\ u_0(r_2, z, t) &= u_2(r_2, z, t), \\ \tau_{rz}^{(0)}(r_2, z, t) &= \tau_{rz}^{(2)}(r_2, z, t) \end{aligned} \quad (3.9)$$

Начальные условия задачи также как и выше считаются нулевыми.

Продольно-радиальные колебания также являются осесимметричными, и поэтому отличными от нуля будут перемещения  $w_m$ ,  $u_m$  и напряжения  $\sigma_{rr}^{(m)}$ ,  $\sigma_{\theta\theta}^{(m)}$ ,  $\sigma_{zz}^{(m)}$ ,  $\tau_{zr}^{(m)}$  [8]. Перемещения  $u_m$  и  $w_m$  определяются из формул (1.2.9), а деформации  $\epsilon_{rr}^{(m)}$ ,  $\epsilon_{\theta\theta}^{(m)}$ ,  $\epsilon_{zz}^{(m)}$  и  $\gamma_{zr}^{(m)}$  из формул (2.7) по которым легко вычисляются соответствующие напряжения. Полученные таким образом выражения, с учетом равенства нулю потенциалов  $\psi_m$  ( $m = 0, 1, 2$ ), для всех нормальных напряжений  $\sigma_{kk}^{(m)}$ , ( $k = r, \theta, z$ ) и касательных напряжений  $\tau_{zr}^{(m)}$  ( $m = 0, 1, 2$ ) показывают, что они зависят только от потенциалов  $\varphi_m$  и  $\chi_m$  ( $m = 0, 1, 2$ ).

С учетом указанных факторов из (3.3) следуют уравнения продольно-радиальных колебаний круговой цилиндрической трехслойной вязкоупругой оболочки

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{rr}^{(m)}}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{zz}^{(m)}}{\partial z} + \frac{\sigma_{rr}^{(m)} - \sigma_{\theta\theta}^{(m)}}{r} &= \rho_m \frac{\partial^2 u_m}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial \tau_{rz}^{(m)}}{\partial r} + \frac{\partial \tau_{zz}^{(m)}}{\partial z} + \frac{\tau_{rz}^{(m)}}{r} &= \rho_m \frac{\partial^2 w_m}{\partial t^2}, \end{aligned} \quad (m = 0, 1, 2) \quad (3.10)$$

Подстановка представлений (2.3) к уравнениям (3.10) дает волновые уравнения относительно продольных  $-\varphi_m$  и поперечных  $-\chi_m$  волн в слоях оболочки

$$(\lambda_m + 2\mu_m)\Delta\varphi_m = \rho_m \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial t^2};$$

$$\mu_m \Delta\chi_m = \rho_m \frac{\partial^2 \chi_m}{\partial t^2}; \quad (m = 0, 1, 2), \quad a \leq r \leq r_1. \quad (3.11)$$

где

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial r^2} \quad (3.12)$$

Таким образом, задача о продольно-радиальных колебаниях круговой цилиндрической трехслойной оболочки из вязкоупругого материала приводится к решению системы интегродифференциальных уравнений (3.11) с граничными – (3.7), контактными – (3.8), (3.9) и при  $t = 0$  нулевыми

$$\varphi_m = \frac{\partial \varphi_m}{\partial t} = 0, \quad \chi_m = \frac{\partial \chi_m}{\partial t} = 0 \quad (3.13)$$

начальными условиями.

**В) Поперечные колебания круговой цилиндрической трехслойной оболочки.** В этом случае уравнениями движения будут системы (2.4), а граничными условиями задачи будут

$$\text{при } r = a, \quad \sigma_{rr}^{(1)}(a, \theta, z, t) = \tilde{F}_r^{(1)}(\theta, z, t),$$

$$\tau_{rz}^{(1)}(a, \theta, z, t) = 0, \quad \tau_{r\theta}^{(1)}(a, \theta, z, t) = 0.$$

$$\text{при } r = b, \quad \sigma_{rr}^{(2)}(b, \theta, z, t) = \tilde{F}_r^{(2)}(\theta, z, t),$$

$$\tau_{rz}^{(2)}(b, \theta, z, t) = 0, \quad \tau_{r\theta}^{(2)}(b, \theta, z, t) = 0. \quad (3.14)$$

и соответствующие контактные условия

при  $r = r_1$

$$u_0(r_1, \theta, z, t) = u_1(r_1, \theta, z, t);$$

$$\tau_{r\theta}^{(0)}(r_1, \theta, z, t) = \tau_{r\theta}^{(1)}(r_1, \theta, z, t);$$

$$v_0(r_1, \theta, z, t) = v_1(r_1, \theta, z, t);$$

$$\tau_{z\theta}^{(0)}(r_1, \theta, z, t) = \tau_{z\theta}^{(1)}(r_1, \theta, z, t);$$

$$w_0(r_1, \theta, z, t) = w_1(r_1, \theta, z, t);$$

$$\tau_{rz}^{(0)}(r_1, \theta, z, t) = \tau_{rz}^{(1)}(r_1, \theta, z, t) \quad (3.15)$$

и при  $r = r_2$ ,

$$u_0(r_2, \theta, z, t) = u_2(r_2, \theta, z, t);$$

$$\tau_{r\theta}^{(0)}(r_2, \theta, z, t) = \tau_{r\theta}^{(2)}(r_2, \theta, z, t);$$

$$v_0(r_2, \theta, z, t) = v_2(r_2, \theta, z, t);$$

$$\tau_{z\theta}^{(0)}(r_2, \theta, z, t) = \tau_{z\theta}^{(2)}(r_2, \theta, z, t);$$

$$w_0(r_2, \theta, z, t) = w_2(r_2, \theta, z, t);$$

$$\tau_{rz}^{(0)}(r_2, \theta, z, t) = \tau_{rz}^{(2)}(r_2, \theta, z, t) \quad (3.16)$$

Начальные условия считаются нулевыми,

т.е.

$$\varphi_m = \frac{\partial \varphi_m}{\partial t} = 0, \quad \psi_m = \frac{\partial \psi_m}{\partial t} = 0,$$

$$\chi_m = \frac{\partial \chi_m}{\partial t} = 0 \quad (3.17)$$

Таким образом, задача поперечных колебаниях цилиндрической трехслойной оболочки из вязкоупругого материала приводится к интегрированию систем уравнений (3.6) при граничных (3.14), контактных – (3.15), (3.16) и начальных – (3.17) условиях.

### Литература.

1. Филиппов И.Г., Филиппов С.И. Колебательные и волновые процессы в сплошных сжимаемых средах. -М.: Изд-во МГСУ, 2007.-430 с.
2. Markus Stefan. The mechanics of cylindrical shells. -Amsterdam: Elsevier, 1988.- 195p.
3. Худойназаров Х.Х., Буркутбоев Ш.М. Математическая модель крутильных колебаний цилиндрического слоя с учетом протекающей жидкости и вращения. Математическое моделирование и численные методы, 2017, № 4, с. 31–56.
4. Худойназаров Х.Х., Ялгашев Б.Ф. Осесимметричные колебания вязкоупругого цилиндрического слоя, заполненного вязкой сжимаемой жидкостью//Проблемы архитектуры и строительства. 2016, №1, С.119-125.
5. Filippov, I. G. & Kudainazarov, K. (1990). Refinement of equations describing longitudinal-radial vibrations of a circular cylindrical viscoelastic shell. Soviet Applied Mechanics, 26(2), 161–168. doi:10.1007/bf00887110
6. Худойназаров Х.Х. Нестационарное взаимодействие круговых цилиндрических упругих и вязкоупругих оболочек и стержней с деформируемой средой. – Ташкент, изд-во имени Абу Али ибн Сина, 2003. – 325 с.
7. Худойназаров Х.Х., Ялгашев Б.Я. Взаимодействие цилиндрических слоев и оболочек с вязкой жидкостью. – LAMBERT Academic Publishing -2017. -138 с.
8. Худойназаров Х.Х., Амиркулова Ф.А. Взаимодействие цилиндрических слоев и оболочек со связанными полями.-Ташкент. Издательство «Навруз». -2011г. 336 с.
9. Khalmuradov R.I., Khudoynazarov Kh.Kh. Theory of axisymmetrical vibrations of circular cylindrical shells// The 7th Conference “Shell Structures, Theory and Applications”, Gdansk-Jurata (Poland), October 9-11, 2002.- Gdansk: Gdansk University of Technology, 2002.- p.131-132.
10. Khudayarov B A, Turaev F Zh 2019 Mathematical Simulation of Nonlinear Oscillations of Viscoelastic Pipelines Conveying Fluid Applied Mathematical Modelling 66 662-679 https://doi.org/10.1016/j.apm.2018.10.008.
11. Петрашень Г.И. Проблемы инженерной теории колебаний вырожденных систем //Ис-я упругости и пластичности. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1966 - №5. – С. 3-33.

УДК 691-492-027.267

**ЮҚОРИ ҚАВАТЛИ БИНОЛАРДА СОДИР БЎЛИШИ МУМКИН БЎЛГАН  
ЁНГИНЛАРДА ИНСОНЛАРНИ ЭВАКУАЦИЯ ҚИЛИШНИНГ ИЛМИЙ  
АСОСЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**Ибрагимов Бахром Тошмуратович**, техника фанлари доктори  
**Илашов Зиёвиддин Рахматулла ўғли**, ўқитувчи  
 Ўзбекистон Республикаси ФВВ Академияси

Ушбу мақолада юқори қаватли биноларда содир бўлган ёнғинларда одамларни қутқаришнинг техник ва конструктив воситаларини яратиш бўйича иккита таклиф илгари сурилган. Ушбу таклифлар бўйича изла-нишлар натижаларига асосан уларнинг авзалликлари ва камчиликлари тўғрисида маълумотлар келтирилган.

**Калит сўзлар.** Эвакуация, ёнғин, қутқарув, тутун, конструкция, йиғма нарвон, юқори қаватли бино.

В данной статье даны два предложения по созданию технических и конструктивных средств спасения людей от пожаров в высотных зданиях. На основании выводов этих предложений приводятся их преимуще-ства и недостатки.

**Ключевые слова.** Эвакуация, пожар, спасение, дым, строительство, лестница, высотные здание.

This article proposes two proposals for the creation of technical and constructive means of saving people from fires in high-rise buildings. Based on the findings of these proposals, their pros and cons are given.

**Keywords.** Evacuation, fire, rescue, smoke, construction, stairs, building on the second floor.

Барчамизга маълумки, ер юзида аҳоли со-нининг ортиши, урбанизация, миграция маса-лаларининг тобора ривожланиб бориши билан барча давлатларнинг йирик шаҳарларида уй-жойга бўлган талаб ҳам ортиб боради. Ер ре-сурслари чекланганлиги сабабли бугунги кунда қурилаётган бинолар энди энига эмас, балки бўйига ўса бошлайди. Ер ости ва ер усти қаватларининг сони ошади. Шу билан бирга бу биноларда содир бўлувчи авария ва ёнғинлар оқибатида етказиладиган зарар миқдори ҳамда инсонлар ҳаётига хавф солувчи омиллар миқдори ҳам ортиб боради.

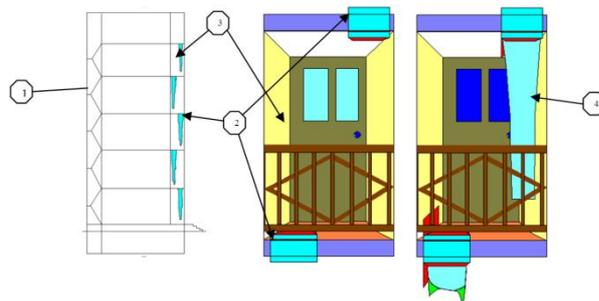
Юқори қаватли бинолар ва мажмуаларни қуриш ва улардан фойдаланиш бўйича жаҳон тажрибаси таҳлилари шуни кўрсатадики, юқори қаватли биноларни қуриш қиммат ту-радиган шаҳар худудидаги ерни тежаш ҳисоб-ланади. Юқори қаватли биноларда содир бўлган ёнғин қисқа муддатда гаризантал ва вертикал кенг майдонларга тарқалиб, бир зум-да бугун бинони тутун қамраб олиши эвазига хавфли худудда қолган инсонларнинг ҳаёти ва соғлигини жуда катта хавф остида қолиши мумкинлигини келтириб чиқарди.

Сайёрамиздаги ёнғинларнинг сони йилига 6,5 миллионга етади – бу хар 5 сонияда битта ёнғин келиб чиқади дегани. Бугунги кунда ёнғинларнинг йиллик зарарлари миллиардлаб долларга баҳоланмоқда, уларнинг қурбонлари эса 10 минглаб инсонларни халок бўлишидир. Албатта, бу ёнғинлар юқори қаватли биноларда содир бўлса одамларни бинодан эвакуация қилиш бир қанча қийинчиликларни юзага кел-тиради. Бу қийинчиликларнинг орасида эва-куация йўлларининг тутун билан қопланиши ёки эвакуация йўлининг бузулиши оқибатида кишилар юқори қаватларда қолиб кетиши ва ёнғиннинг хавфли омиллари таъсирида ҳаётдан кўз юмиши эҳтимоли кўпаяди.

Ҳозирги кунда амалиётда юқори қаватли бинолардан одамларни эвакуация қилишнинг кўп турлари мавжуд ва энг асосийларидан бири

сифатида зина катакларини мисол қилишимиз мумкин. Албатта, зина катакларини ўз навба-тида асосий, заҳира, ташқи ҳамда авариявий турга бўлиш мумкин. Олиб бораётган тадқиқотларимизда авариявий зиналарга ва авариявий қутқарув энгликлари ўрганилиб, уларнинг тузилиши ҳамда қўллаш жабҳалари бўйича янги таклифлар ишлаб чиқилди.

Биринчи таклиф сифатида юқори қаватли биноларнинг балконларида ёки алоҳида махсус хоналарда ўрнатилиши режалаштирилган мах-сус қутқарув энгликлари келтиришимиз мум-кин. Ушбу энгликлар бугун амалиётда қўлла-нилаётган бошқа энгликлардан фарқи шундаки, таклиф этилаётган энглар қаватдан-қаватга, хавфли қаватдан, хавсиз қаватларга тез ва осон тушиш имкониятини беради. Ушбу энгликлар орқали инсонлар фавқулудда ҳолатларда бино-нинг исталган қаватидан энглик туйнугининг ички қисмига кириш орқали тана оғирлигининг эвазига пастга қараб ҳаракатланиб хавфсиз жойга боришлари мумкин. (1-расм)



**1-расм. Таклиф этилаётган қаватдан-қаватга эвакуацияни амалга оширувчи энгликларни ўрнатиш схемаси.** 1-асосий зина катаги; 2-енг қопчаси жойлашган усти ёпиқ кути; 3-ёнғинга қарши эшик билан ҳимояланган балкон; 4-маҳаллий хом ашё асосида олинган энгнинг ёйилган ҳолати.

Бугунги кунда ривожланган мамлакатларда амалда қўлланилаётган қутқарув энгларининг камчиликлари сифатида, қутқарув энглигининг туйнуқлари ҳамма қаватда ҳам ўрнатилмаган-лигини, ушбу энглик орқали эвакуациялани

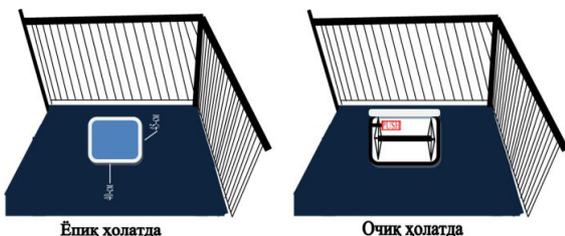
амалга ошириш бир мунча қийинлигини, ёнғин бинонинг фасади бўйлаб тарқалганда ёнғиннинг ҳам ёнишига олиб келиши мумкинлигини ҳамда осмон ўпар биноларда ўрнатишнинг самарасизлиги жаҳон мамлакатларининг тажрибаларида кузатилганлиги аниқланди. Бу камчилик ва нуқсонлар 2-расмда келтирилган.



2-расм. Юқори қаватли бинолардан одамларни ёнғинликлар орқали эвакуация қилиш

Юқори қаватли бинолардан одамларни эвакуация қилиш бўйича олиб борилаётган тадқиқодларимизнинг давоми сифатида сифатида, юқори қаватли биноларда ўрнатилиши тавсия этиладиган йиғилувчан нарвон конструкцияси ўрганилди. Ушбу конструкция ўзининг ихчамлиги, ортиқча жой эгалламаслиги, тан нархининг арзонлиги ҳамда қуриб битказилган, ҳозирда фаолият юритаётган биноларга ҳам ўрнатиш ишларини амалга ошириш мумкинлиги билан аҳамиятлидир. Ушбу конструкция қават ёки хонанинг бошқа қисмларига зарар етказмайди.

Қутқарув конструкцияси қаватлардаги пол ва шифтларда жойлаштирилган бўлиб, турли офатларда ва ёнғинларда зина катаклари ҳамда қутқарув ёнғинликлари орқали инсонларнинг эвакуация қилиш имкониятлари чекланганлигида конструкциянинг қопқоғи қўл ёрдамида очилади ва оёқ қафти орқали тутқич босилади натижада йиғма нарвон ёйилиб, ўзига хос авариявий тушиш жойини ҳосил қилади. (3-расм)



УДҚ 681.335.518.5

### ХААР ВЕЙВЛЕТЛАРИ ЁРДАМИДА ЭГИЛУВЧАН ПЛАСТИН МОДЕЛЛАРИНИ ҚУРИШ

Жўраев Ж.Ў., докторант; Самарқанд давлат университети

**Аннотация.** Ушбу мақолада турли хил эгилувчан пластин моделларини қуришда Хаарнинг бўлак-ўзгармас вейвлетларида рақамли ишлаш алгоритми ишлаб чиқилди, ҳамда рақамли ишлашнинг интерполя-

3-расм. Қутқарув конструкциясининг ташқи кўриниши.

Ушбу қутқарув конструкциялари орқали хавфли қаватдан, хавфсиз қаватга қараб ҳаракатланиш мумкин. Албатта ушбу конструкциянинг ўзига яраша бир қатор камчиликлари мавжуд бўлиб, унда қариялар, ногиронлар ва ёш болалар ҳаракатлана олмайди.

Ҳозирги вақтда мазкур долзарб масала юзасидан илмий-тадқиқот ишлари ва экспериментал тажрибаларни яқуний босқичи амалга оширилмоқда.

Хулоса ўрнида айтиш жоизки, юқори қаватли биноларда турли ёшдаги ва турли жисмоний ҳолатдаги инсонларнинг истиқомат қилиши ёнғин содир бўлган вақтда уларни эвакуация қилиш ишларини қийинлаштиради, 20 қаватли биноларда зиналар орқали мажбурий эвакуацияда ҳаракатланиш вақти тахминан 15 – 18 дақиқани, 30 қаватли биноларда эса 25 – 30 дақиқани ташкил этади. Бу вақтга келиб бино деярли бутунлай тутун билан қопланиши мумкин. Ёнғин содир бўлганда бино ичидаги одамларни қисқа фурсатда тезлик билан эвакуация қилиш бўйича энг оптимал вариантларни ишлаб чиқиш ҳозирги кунда долзарб масалалардан бири бўлиб келмоқда. Юқоридаги тақлиф этилаётган конструктив ишланмаларни амалиётга тадбиқ этиш йирик ёнғинлар вақтида авария қутқарув ишларини ташкиллаштиришдаги айрим муаммоларнинг конструктив ечими сифатида кенг қўллаш мумкинлиги ва эвакуация вақтини камайтириш эвазига ҳалок бўлиши мумкин бўлган одамларни самарали қутқаришда муҳим аҳамиятга эга эканлиги билан ажралиб туради.

#### Адабиётлар:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон Фармони.
2. Ўзбекистон Республикаси ФВВ ЁХББ нинг йиллик ёнғинлар и.
3. ШНҚ 2.01.02-04 «Бинолар ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлиги».
4. ШНҚ 2.04.09-07 «Пожарная автоматика зданий и сооружений».
5. <https://fireman.clup>
6. <https://ru-bezh.ru>
7. <https://fire-truck.ru>
8. <https://pozharanet.com>

циялаш хатолигини баҳолаш натижалари келтирилди. Турли хил эгилувчан пластин моделларини куришни функция мисолида қарадик. Маълумки функцияни бўлак- ўзгармас вейвлетлари ёрдамида ўзгартириш натижасида ортонормал вейвлетлар ҳосил қилинади, натижада функция графиги бўйлаб хатоликлар кескин ошиб кетади, бу хатоликларни камайтириш мақсадида бўлак- чизикли вейвлетлардан фойдаланилди ва натижада хатоликларни камайтиришга эришилди. Бў хатоликларнинг камайиши натижасида эгилувчан пластин моделларини куриш самарадорлигини оширилишига эришилди.

**Калит сўзлар:** Эгилувчан пластин модели, Вейвлет ўзгартириш, интерполяциялаш хатолиги, сиқиш коэффициентлари, Фурье таҳлил.

### Строительство изгибных пластиковых моделей с помощью HAAR WAVELETS.

В этой статье мы разработали алгоритм для числовой обработки нестационарных листов хаара при построении различных моделей упругих пластин, а также результаты оценки ошибки интерполяции цифровых характеристик. Мы рассмотрели пример построения различных моделей упругих пластин. Известно, что в результате изменения функции с помощью непостоянных скобок создаются ортонормированные скобки, что приводит к ошибкам в графе функций, которые используются для минимизации ошибок, что приводит к использованию нелинейных скобок.

**Ключевые слова:** Модель гибкой пластины, модификация вейвлета, погрешность интерполяции, коэффициент сжатия, анализ фурье.

### Interpolation of functions using piecewise constant and piecewise linear HAAR

**Abstract.** In this article, we developed an algorithm for the numerical processing of unsteady haar sheets in the construction of various models of elastic plates, as well as the results of evaluating the interpolation error of digital characteristics. In the error estimation function, Piecewise constant and Piecewise linear integral non-linear brackets were based on the results of the program. It is known that as a result of the change of function from Piecewise constant and Piecewise linear, that wavelet to errors in the graph of functions that are used to minimize errors, that wavelet Piecewise constant and Piecewise linear.

**Key words.** wavelet transform, interpolation, error interpolation, Haar wavelet, Piecewise constant wavelet, Piecewise linear wavelet.

**Кириш.** Ҳозирги вақтда вейвлетлардан курилишининг турли соҳасидаги объектларига ишлов бериш(пластик материаллар тайёрлашда, зил-зилани анқлашда ва ҳ.к), тасвирларни таниб олиш масалаларида, турли хил сигналларни, масалан, нутқни қайта ишлаш ва синтез қилиш вақтида, табиатдаги ҳар хил расмларни таҳлил қилишда(кўзнинг рангдор пардаси, буйракнинг рентгенографияси, булутнинг ёки сайёра сиртининг сунъий йўлдош расмлари ва бошқалар бўлиши мумкин) гирдобсимон майдонларнинг хусусиятларини ўрганишда ва бошқа ҳолларда фойдаланилмоқда [2].

Хаар-вейвлетининг тўлқин чизиклари функция графиги билан бирга вақт ўқи бўйлаб чўзилади. Хаар-вейвлетининг графиги кўп ҳолларда функция бўйлаб бир томонлама тўлқин чизиклар шаклида функцияга яқинлашади, бу эса баъзи бир сигналларни сиқишда яхши натижа беради. Унинг математик талқини-тўлқин ҳолатларини турли хил частотада таҳлил қилишга имкон беради. Хаар-вейвлет функцияси графигининг амплитудаси нолгача пасайиб тебранувчи тўлқинларни ҳосил қилади.

**Асосий қисм.** Хаар вейвлетининг тез ўзгартириш алгоритмлари мавжуд бўлиб, унинг ортогонал вейвлетлари амалий масалаларни ечишда кенг қўлланилади.

Ортогонал Хаар вейвлети қуйидагича ифодаланади[4]:

$$\text{haar}_k(x) = \text{haar}_{pj}(x) = \begin{cases} +1 & x \in h_{pj}^- \\ -1 & x \in h_{pj}^+ \\ 0 & x \in h_{pj} \end{cases}$$

Хаар базислари [2]да вейвлет сифатида қаралган. Хаар вейвлетлари икки сабабга кўра мутахассислар эътиборини жалб қилади:

1. Иккилик сегментларнинг умумий сонига нисбатан (берилган аниқлик билан) яқинлашиш учун зарур бўлган коэффициентлар сонини камайтириш.

2. Коэффициентларни ҳисоблаш жараёнида "узун" операциялар йўқлиги. Фақат кўшиш, масштаблаш ва ўзгартириш операцияларидан фойдаланилади.

Хаар бўлак- ўзгармас вейвлетларининг камчилиги функция яқинлашишда хатоликларнинг ошиб кетиши, яъни 0,1% аниқликни таъминлаш учун функциянинг бир қанча коэффициентларини хотирада сақлашни талаб этишидандир.

Хотирада сақлаш талаб этиладиган коэффициентлар сонини камайтириш ва "силликлик" кўрсаткичларини яхшилайдиган усулларини қидириш вейвлетларнинг юқориқ даражасига ўтишни тақозо қилади. Уларнинг энг оддийлари бўлак-чизик вейвлетларидир, улар Хаар-вейвлетининг бўлак- ўзгармас вейвлетларини интеграллаш натижасида ҳосил қилинади.

Сигналларни вейвлет ўзгартириш жараёни икки кўринишдаги функциялардан фойдаланишга таянади: вейвлет функция ва масштаблаш функцияси, яъни улар битта оналик вейв-

лети  $\psi(t)$  - ни сигнал бўйлаб вақт бўйича сил-  
житиш  $b$  ва вақт масштабини  $a$  ўзгартириш  
йўли билан қурилади:

$$\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (a, b) \in \mathbb{R}, \quad \psi(t) \in L^2(\mathbb{R})$$

Сигналларга рақамли ишлов беришда сиг-  
налларнинг деталларини ва локалик хусуси-  
ятларини ажратиш учун вейвлет функциялар-  
дан, сигналларни аппроксимациялаш учун эса  
масштаблаш функциясидан фойдаланилади.  
Вейвлет функцияларни танлашда уларнинг  
силлиқлик, ташувчи ўлчами ва қийматлари-  
нинг нолга тенг ҳолатлари сони каби тавсиф-  
ларига алоҳида эътибор қаратилган [1,3,4,5].

$V^0$ -деб, барча  $[0,1]$  ораликда ўзгармас  
функциялар тўпламини, яъни чизикли вектор-  
лар тўпламини белгилаймиз.

У ҳолда қуйидаги масштаблаш функцияси  
 $V^0$  - тўплагма тегишли:

$$\phi(t) = \phi_{0,0}(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < 1 \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases} \quad (1)$$

$V^1$  -тўплагма  $\left[0, \frac{1}{2}\right]$  ва  $\left[\frac{1}{2}, 1\right]$  интервалда  
ўзгармас бўлган функциялар тўплами бўлиб, у  
чизикли векторларни ҳосил қилади. Масштаб-  
лаш функцияси эса  $V^1$  -тўплагма тегишли бўлиб,  
унинг вейвлет функциялари сифатида қарала-  
ди:

$$\phi_{1,0}(t) = \phi(2t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < \frac{1}{2} \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases} \quad \text{ва}$$

$$\phi_{1,1}(t) = \phi(2t - 1) = \begin{cases} 1, & \frac{1}{2} \leq t < 1 \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases} \quad (2)$$

$i = 1$  бўлгандаги масштаблаш функцияси.

Ушбу функция  $[0,1]$  интервалда,  $\left[0, \frac{1}{2}\right]$  ва

$\left[\frac{1}{2}, 1\right]$  интервалларда ҳам ўзгармасдир. Шу-

нинг учун  $V^0$  тўплагманинг ҳар бир элементи  
 $V^1$ -тўплагманинг ҳам элементидир, яъни  
 $V^0 \subset V^1$  муносабат ўринлидир.  $V^2$  тўплагми

ҳам шунга ўхшаш аниқлаймиз.  $V^2$  -  $\left[0, \frac{1}{4}\right]$ ,

$\left[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right]$ ,  $\left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right]$ ,  $\left[\frac{3}{4}, 1\right]$  интервалга қарашли

функциялар тўплами. Худди шундай  $V^n$  мас-  
штаблаш функциялар тўплами яъни,

$$\phi_{n,j}(t) = \phi(2^n t - j), \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1$$

$$0 \leq 2^n t - j < 1, \quad \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n}$$

$$\phi_{n,j}(t) = \begin{cases} 1, & \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n}, \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1 \\ 0, & \text{акс холда} \end{cases} \quad (3)$$

$$V^0 \subset V^1 \subset \dots \subset V^n \subset \dots$$

$i = n$  бўлгандаги масштаблаш функцияси, бу

ерда,  $0 \leq 2^n t - j < 1, \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n}$  масштаблаш  
функцияларининг ўзгариш интервалидир,  
 $\phi_{n,j}(t)$  -лар  $V^n$  га қарашли масштаблаш функ-  
цияларидир, унда скаляр кўпайтма киритилган  
векторлар тўплами мавжуд, демак бу  
тўплагмалар Эвклид фазосини ташкил қилади.  
Бизнинг ҳолатда скаляр кўпайтма сифатида

$$(f, g) = \int_0^1 f(t)g(t)dt \quad (4)$$

кўринишни оламиз, бу формула ёрдамида  
 $C_n$ -масштаблаш функциялари коэффициент-  
лари аниқланади.

У ҳолда

$$\phi_{n,j}(t) = \sqrt{2^n} \phi(2^n t - j), \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1$$

(3) ва (4) кўринишлардан фойдаланиб Хаар  
вейвлетининг коэффициентлари топилади:

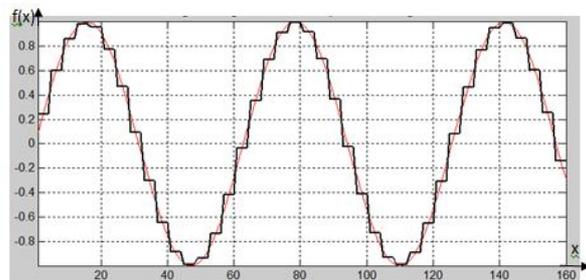
$$C_n = \int_0^1 \phi_n(x)f(x)dx \quad (5)$$

Хаар вейвлетининг коэффициентларини то-  
пиш формуласи.

$$f(x) \cong \sum_{n=0}^{\infty} C_n \phi_n(x) \quad (6)$$

$f(x)$  бўлак- ўзгармас вейвлетларида интер-  
поляцияланувчи функция. Мисол учун  
 $f(x) = x^2$  функцияни бўлак-ўзгармас вейвлет-  
ларида интерполяциялашни блок схема ёрда-  
мида келтирамиз:

Функцияни бўлак- ўзгармас вейвлетларида  
интерполяциялашнинг C++ Builder дастурлаш  
тилида ёзилган дастур натижаси 1-расмда кел-  
тирилган.



1-расм.  $f(x) = x^2$  - функцияни Хаарнинг бўлак-ўз-  
гармас вейвлетларида интерполяциялаш натижаси.

Кўпгина амалий масалаларни ечишда бўлак-  
ўзгармас вейвлетларнинг имкониятлари етарли  
эмас, шу билан бирга бўлак- ўзгармас вейвлет-  
ларнинг интерполяция хатолиги бўлак-чизикли  
вейвлетларнинг интерполяция хатолигидан

катта, шу боис бўлак-чизикли вейвлетларга ўтиш мақсадга мувофиқдир. Мавжуд адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, бўлак- чизикли Хаар-вейвлетли коэффициентларини аниқлаш алгоритми мавжуд эмас, шунинг учун ҳам бу турдаги вейвлетлар кенг қўлланилмаган[1,6].

Бўлак- чизикли Хаар вейвлетини яқинлаштириш кетма- кетлиги:

$$f(x) \cong \sum_{k=0}^{n-1} C_k \text{hain}_k(x) \quad (7)$$

бу кетма- кетликнинг камчилиги  $C_k$  - коэффициентларни тез ҳисоблаш алгоритмининг йўқлигидир.

Ушбу камчиликни вейвлет сплайнни қўллаш орқали йўқотиш мумкин. Агар параболлик сплайннинг иккинчи тартибли ҳосиласини олсак,  $f(x)$  функция  $[0,1]$  ораликда интерполяцияланувчи, ва сплайн тугун нукталарида кадамларнинг ўзгариши билан функция бўлак-ўзгармас бўлади, ҳамда бўлак-ўзгармас ортогонал вейвлетларни ҳосил қилади.

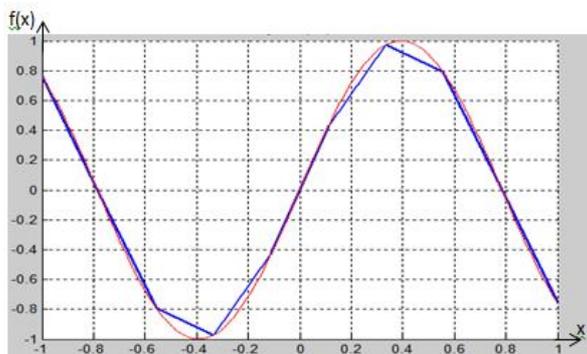
Масалан, Хаар вейвлетидан фойдаланиб сплайннинг ҳосиласини ёзамиз:

$$S_2''(x) \cong \sum_{k=0}^{n-1} C_k \text{har}_k(x) \quad (7)$$

интеграллаш ҳақидаги теоремага кўра:

$$S_2'(x) = 2^p \int_0^x S_2''(u) du = \sum_{k=0}^{n-1} C_k \text{hain}_k(x) + S_2'(0) \quad (8)$$

параболлик сплайннинг иккинчи тартибли ҳосиласини ортогонал Хаар вейвлетларининг коэффициентлари,  $\text{hain}(x)$ - вейвлетларига нисбатан сплайннинг биринчи тартибли ҳосиласини коэффициентлари эканлиги маълум бўлди. Йиғиндидаги чизикли қисмининг коэффициенти  $x = 0$  нуктада  $S_2(x)$  сплайннинг биринчи тартибли ҳосиласининг қиймати сифатида олинади.



2-расм.  $f(x) = x^2$  - функцияни бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялаш натижаси.

Агар сплайн-функция сифатида параболлик В-сплайн олинса  $y = f(x)$  функцияни сплайн орқали қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$f(x) \cong b_{-1}B_{-1}(x) + b_0B_0(x) + b_1B_1(x) \quad (9)$$

бу ерда  $f(x)$  -интерполяцияланувчи функция,  $B_i(x)$ -параболлик базисли сплайн,  $b_i$  - коэффициентлар бўлиб, улар қуйидагича ҳисобланади:

$$b_i = \frac{1}{8}(-f_{i-1} + 10f_i - f_{i+1}) \quad (10)$$

ёки функциянинг биринчи тартибли ҳосиласи В-сплайннинг биринчи тартибли ҳосиласи орқали қуйидагича ифодаланади

$$f'(x) \cong b_{-1}B'_{-1}(x) + b_0B'_0(x) + b_1B'_1(x) \quad (9.1)$$

Мисол учун  $f(x) = x^2$  функцияни Хаарнинг бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг C++ Builder дастурлаш тилида ёзилган дастур натижаси 2-расмда келтирилган.

Бўлак-ўзгармас ва бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялаш хатолигини келтира- миз.

$[a, b]$  да аниқланган  $f(x)$  узлуксиз функция берилган бўлсин [2].  $[a, b]$  сегментни

$$a \leq x_0 < x_1 < \dots < x_i < \dots < x_n \leq b$$

тугун нукталарга ажратиб оламиз.

$$h = x_{i+1} - x_i = \text{const} \quad (11)$$

$h$  - тугун нукталар орасидаги масофа.

Хар хил даражали полиномлар учун интерполяциянинг методик хатоликларини аниқлаш формуллари мавжуд. Масалан, нолинчи даражадаги полиномлар учун (бўлак- ўзгармас функциялар учун) хатоликни баҳолаш формуласи қуйидагича ифодаланади:

$$|P(x) - f(x)| \leq \frac{1}{2} \max |f'(x)| h$$

Биринчи даражадаги полиномлар учун (бўлак- чизик вейвлетлар учун) хатоликни баҳолаш формуласи:

$$|P(x) - f(x)| \leq \frac{1}{8} \max |f''(x)| h \quad (12)$$

Функцияни бўлак- ўзгармас вейвлетларида интерполяциялашнинг абсолют ва нисбий хатоликларини баҳолашни келтира- миз:

$$\Delta_1 = \max_{a \leq x \leq b} |f(x_i) - \text{har}(x_i)| = 0.130900$$

$$\delta_1 = \frac{|f(x_i) - \text{har}(x_i)|}{f(x_i)} = 0.139122 \quad (13)$$

$\Delta_1$  - бўлак- ўзгармас вейвлетнинг абсолют хатолиги;  $\delta_1$  - бўлак- ўзгармас вейвлетнинг нисбий хатолиги

Функцияни бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг абсолют ва нисбий хатоликларини баҳолашни келтира- миз

$$\Delta_2 = \max_{a \leq x \leq b} |f(x_i) - \text{hain}(x_i)| = 0.009099$$

$$\delta_2 = \frac{|f(x_i) - \text{hain}(x_i)|}{f(x_i)} = 0.009672 \quad (14)$$

$\Delta_2$  - бўлак- чизик вейвлетининг абсолют хатолиги;  $\delta_2$  - бўлак- чизик вейвлетининг нисбий хатолиги

**Хулоса.** Хаар-вейвлет ўзгартириш ёрдамида  $y = f(x)$  функцияни бўлак- ўзгармас ва бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялаш моделини куриб унинг хатоликларини баҳолаш амалга оширилди. Натижада (13) ва (14) формулалардан кўриш мумкинки, Хаарнинг бўлак-чизик вейвлетларида интерполяциялашнинг хатолиги бўлак-ўзгармас вейвлетларида интерполяциялашнинг хатолигидан 14,4 маратага кичик эканлиги маълум бўлди, хулоса қилиш мумкинки функцияни интерполяция қилиш жараёнида бўлак-чизик вейвлетларидан фойдаланиш яхши натижа берар экан. Ушбу усулдан сигналларга рақамли ишлов бериш, сигналларни сиқиш, филтрлаш, ўзгартириш ва сигнал-

лардан шовкинларни ажратиш масалаларини ечишда ижобий натижалар олиш мумкин.

#### Адабиётлар:

1. Акимов П.А., Мозгалева М.Л., “Некоторые элементы кратномасш табного вейвлет-анализа. часть 2. анализ и синтез”, Вестник МГСУ, 2012, № 8, 60–65
2. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: Основы теории и примеры применения // Успехи физических наук, 1996, т.166, № 11. С. 1145–1170.
4. Зайнидинов Х.Н. Методы и средства обработки сигналов в кусочно полиномиальных вейвлетах. // «Ташкент», 2015. 70 стр.
5. Патрикеев И.А., Фрик П.Г., Вейвлет-томография в условиях шума // Мат. моделирование систем и процессов. Пермь: ПГТУ. –1997. Вып.5, с. 86-924.
6. Прохоров С.А., Столбова А.А. Вейвлет-преобразование нерегулярных процессов без восстановления пропущенных отсчетов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017): тр. Междунар. науч.-технич. конф. Самара, 2017. С. 154–156.

УДК 004.89

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Салиев Э.А., Тавбоев С.А. - Джизакский политехнический институт

В работе ведено алгоритмы предварительной обработки изображений, основанные на теории нечетких множеств. При этом основное внимание уделено к задаче повышения контрастов изображений. Результаты проведенных исследований по этому направлению показали, что методы предварительной обработки изображений, основанные на теории нечетких множеств, позволяют получить достаточно сбалансированные изображения.

**Ключевые слова:** изображения, качества, обработка, нечеткие множества, нечеткая логика.

The work conducted algorithms for preliminary processing of images based on the theory of fuzzy sets. At the same time, the main attention is paid to the task of increasing image contrasts. The results of studies in this direction have shown that methods of image preprocessing based on the theory of fuzzy sets allow obtaining fairly balanced images.

**Keywords:** images, qualities, processing, fuzzy sets, fuzzy logic.

Ушбу мақолада норавшан тўпламлар назарияси асосида тасвирларни дастлабки қайта ишлаш алгоритмлари тўғрисида сўз боради. Шу билан бирга, бу ерда асосий эътибор тасвирнинг контрастини ошириш вази-фасига қаратилган. Ушбу йўналишдаги тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, норавшан тўпламлар назариясига асосланган тасвирларни қайта ишлаш усулларини қўллаш орқали юқори сифатли тасвирларни олиш имконини беради.

**Калит сўзлар:** тасвирлар, сифат, ишлов бериш, норавшан тўпламлар, норавшан мантик.

В последние годы теория нечетких множеств успешно применена ко многим задачам обработки изображений и распознавания образов [1, 3]. Нечеткие методы предлагают математический аппарат для борьбы с неоднозначностью и неопределенностью, часто присущее при решении таких задач обработки изображений как выделение границ областей, или понятий яркости и контрастности. Определение подходящей функции принадлежности для описания свойства изображения не является тривиальной задачей, так как это зависит от различных факторов, которые вносят различные виды неопределенности, которые трансформируются в дополнительные неопределенности относительно самой функции принадлежности [1].

Нечеткие правила конструируются из функции принадлежности входов и выходов. Такие правила обеспечивают связь между предпосылкой и заключением, выраженными в форме «ЕСЛИ–ТО». Входы и выходы, приведенные к нечеткому виду, облегчают выделение правил и их обобщение. В общем случае правила могут быть получены из опыта одного или нескольких экспертов в рассматриваемой предметной области.

Несомненно, что определение хороших лингвистических правил зависит от объема и качества знаний эксперта. Однако в настоящее время не существует формализованного подхода к задаче точного и однозначного представления знаний в рамках теории нечетких множеств [4, 5]. В связи с этим представление знаний в фаз-

зифицированном виде, по существу, произвольно.

Предположим, что нас интересует установление правил для распознавания состояния некоторого фрукта, например, абрикоса. Несомненно, что в приведенных выводах, цвета абрикоса, наблюдаемые на различных стадиях спелости, обозначены не слишком четкими описаниями цветовых ощущений. Поэтому в качестве отправной точки при этих обозначениях должны быть использованы описания в нечеткой форме. Это достигается введением функции принадлежности абрикосов к классу незрелых, полуспелых или спелых на основе функции цвета (рисунки 1 и 2.).

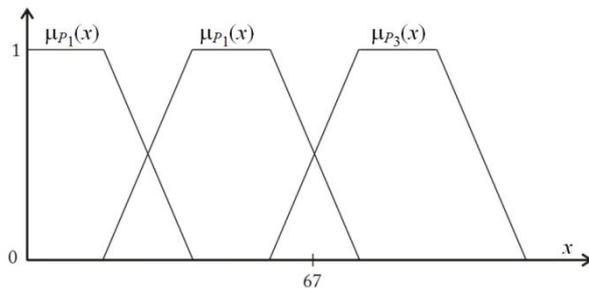


Рисунок 1. Функции принадлежности, характеризующие спелость абрикоса. Здесь  $x$  - степень спелости абрикоса;  $P_1$  - нечетное подмножество незрелого абрикоса;  $P_2$  - нечеткое подмножество полуспелого абрикоса;  $P_3$  - нечетное подмножество спелого абрикоса

В данном контексте цвет является лингвистической переменной, а конкретный цвет (т. е. красный фиксированный) – лингвистической величиной. Лингвистическая величина  $x$  определяется с использованием функций принадлежности (рисунок 1). Приведенное это знание может быть формализовано в форме следующих нечетких правил «ЕСЛИ–ТО»:

D1: ЕСЛИ цвет рассматриваемого абрикоса зеленый, ТО он незрелый

ИЛИ

D2: ЕСЛИ цвет рассматриваемого абрикоса желтый, ТО он полуспелый

ИЛИ

D3: ЕСЛИ цвет рассматриваемого абрикоса красный, ТО он спелый.

При определении этого значения использована функция принадлежности, приведенная на рисунке 2.

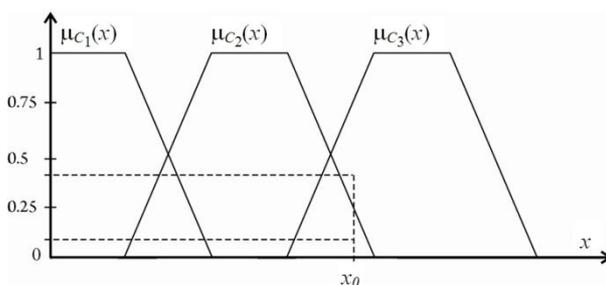


Рисунок 2. Определение значения нечеткости для конкретного цвета  $x_0$

Приведенные три правила представляют собой результаты нашего знания о рассматриваемой задаче распознавания [6]. Эти правила не являются ничем, кроме формализма для процесса мышления об этой задаче. Информация о цвете является та часть правила, которая находится слева от «ТО», и называется посылкой (или исходным условием). Правая часть называется следствием (или выводом).

Специфика четких правил диктует частые изменения, что вызывает значительные проблемы в оценке их поведения. Такие системы с часто изменяющимися параметрами не имеют практического значения. В то же время нечеткая реализация приводит к тому, что активизация правил будет зависеть от нечетких множеств и от правил, связывающих свойства входа и выхода.

База знаний состоит из определённого набора нечетких правил. Обычно число правил, требуемых в системе, связано с числом управляемых параметров. Таким образом, в рассматриваемом примере оценка состояния некоторого абрикоса является единственной переменной выхода, зависящей от двух входных переменных: цвет и мягкость абрикоса. Если принять, что каждый вход имеет функцию принадлежности, состоящую из трех элементов, тогда возможно 9 входных комбинаций цвета и мягкости. В большинстве случаев можно использовать меньшее количество правил. Например, в работах [3, 4, 5] приведены нечеткие правила для сглаживания резкости и выделения контуров на изображении в градациях серого, которые состоят из трех входов и столько же выходов:

ЕСЛИ пиксель темнее соседних пикселей

ТО сделать его светлее

ИНАЧЕ

ЕСЛИ пиксель светлее соседних пикселей

ТО сделать его темнее

ИНАЧЕ оставить без изменения.

В этих правилах различия значений яркостей между рассматриваемым пикселем и его соседями являются входными данными, а увеличение/уменьшение значений яркостей этого пикселя является выходным данным. Если предположить, что значения яркости изображения находятся в интервале  $[0, L-1]$  (где  $L$  - число градаций яркости), то простые треугольные нечеткие множества – среднее положительное и среднее отрицательное определены на интервале  $[-L+1, L-1]$  и представляют яркие и темные значения яркостей входных переменных, а малый положительный, нулевой и небольшой отрицательный треугольные нечеткие множества определены как приращение указанного значения по следствиям составленных правил. Выходное значение добавляется к исходному значению яркости пикселя.

Правила или нечеткие ассоциации представляют собой знания, которые важны для системы с точки зрения отклика на всевозможные комбинации входов. Нечеткие системы запоминают наборы (банки) нечетких ассоциаций или правил.

Таким образом, при обработке изображений требуется по некоторым признакам выделять некоторые однородные области изображения. Этапы предварительной обработки изображения позволяют уменьшить влияние искажений на процесс распознавания. Тем не менее, имеет место распознавание в условиях неполной и нечеткой информации. Наиболее подходят для ее решения технологии нечеткой логики, нечеткая логика при этом выступает в роли классификатора. Применение нечеткой логики в задачах обработки визуальной информации обосновывается также свойством обучаемости или адаптивности нечеткой логики к новым задачам, при этом сохраняются архитектура сети и алгоритм ее функционирования.

#### Литература:

1. Fuzzy models and algorithms for pattern recognition and image processing / James C., James K., Raghu K., Nikhil R. Pal Bezdek - New York: Springer, 2005. – 793 p.
2. Etienne E., Kerre M. Fuzzy Techniques in Image Processing. - New York: Springer, 2000. – 430 p.
3. Pratt W.K. Digital Image Processing (4th edition). – New York: Wiley, 2007. – 807 p.
4. Gonzalez R. Digital Image Processing. -New Jersey: Prentice-Hall, 2008. – 954 p.
5. Потапов А.А., Гуляев Ю.В., Никитов С.А. и др. Новейшие методы обработки изображений. Под ред. А.Потапова. -М.:Физматлит, 2007. - 400 с.
6. Тавбоев С. А., Искандарова З. А. Обработка изображений с использованием теории нечетких множеств //Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. – 2019. – №. 27. – С. 42-45.

## ҚУРИЛИШДА ТАЪЛИМ

### УЧБУРЧАКНИНГ БАЪЗИ ГЕОМЕТРИК ХОССАЛАРИ ҲАҚИДА

**Воҳидов Баҳодир, Воҳидов Аббор Баҳодирович**

Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти

Қадимги юнон олимлари ер ўлчаш усуллари мисрликлардан ўрганишган ва геометрик ясашлар борасида етарли даражада мукамалликка эришганлар.

Геометрик ясашларга оид масалалар – ҳар қандай учбурчакка ички ва ташқи чизилган айланаларнинг марказини аниқлаш, тўғри чизикни ёки бурчакни тенг бўлақларга бўлиш, айланага ички ва ташқи кўпбурчаклар ясаш, текис ва фазовий эгри чизиклар ясаш кабилардан ҳозирги замон муҳандислари ва архитекторлари ҳам, бино ва иншоотларнинг режалари ва ташқи кўринишини лойиҳалаш жараёнида архитектуравий жозибадорлигини ва пропорциясини аниқлашда мувоффақият билан фойдаланганлар ва фойдаланиб келишмоқда.

Мақолада шу каби геометрик ясашларга оид ихтиёрий учбурчакларнинг баъзи хоссалари қилинади.

Древнегреческие ученые способы измерения на земле научились у египтян и в области геометрических построений довели до совершенства и развили их.

Из задач относящихся к геометрическим построениям – определение центра окружности вписанной или описанной окружности около любого треугольника, деление отрезка прямой или угла на равные части, построение правильных многоугольников, вписанных или описанных около окружности, построение плоских и пространственных кривых линий пользовались и пользуются в настоящее время инженеры и архитекторы при проектировании планов зданий и сооружений и их внешних видов с архитектурной привлекательностью и пропорцией.

В статье рассматриваются некоторые геометрические свойства произвольного треугольника, относящиеся к геометрическим построениям.

The scientists from ancient Greece learnt ground measuring methods and achieved perfection in geometric designing.

The issues on geometric designing – determining the center of the inner and outer circles drawn on any triangle, dividing the straight line or angle into equal parts, making an interior and exterior polygons on a circle, making flat and spatial curves wick engineers and architects are using successfully in identifying architectural attractiveness and proportionality in the progress of projecting construction and building plans and design of the exterior of the building.

Some properties of optional triangles related to geometric designing are analyzed in this article.

Геометрияга оид дастлабки тушунчалар қадимги Мисрда пайдо бўлганлиги кўпчиликка маълум. Улар экин майдонларини тақсимлаш

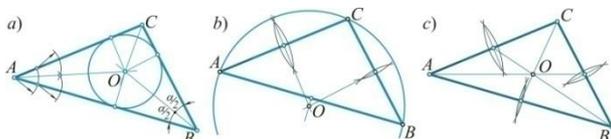
ва солиқ миқдорини аниқлаш учун ер майдонларини белгилаш ва ўлчаш ишларини бажаришда геометрик билимлардан усталик билан

фойдаланишган. Масалан, томонларининг ўлчамлари 3, 4 ва 5 қийматдаги катталикларга тенг бўлган учбурчак ҳамма вақт тўғри бурчакли учбурчак, яъни бундай учбурчакнинг битта бурчаги  $90^\circ$  бўлишини яхши билганлар (1-расм).



1-расм.

Қадимги юнон олимлари ер ўлчаш усуллари мисрликлардан ўрганишган ва геометрик яшашлар борасида етарли даражада мукамалликка эришганлар ва уларни ривожлантирганлар. Масалан, ҳар қандай учбурчакка ички (2-расм, *a*) ва ташқи (2-расм, *b*) чизилган айлананинг марказини аниқлаш, ҳар қандай учбурчакнинг оғирлик марказини аниқлаш (2-расм, *c*) ва ҳоказо.



2-расм.

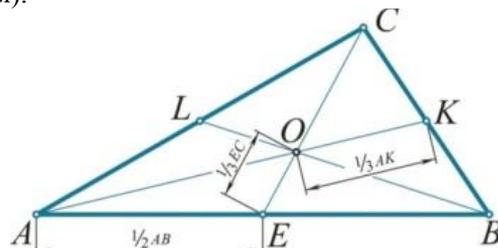
Геометрик яшашларга оид бундай масалаларга – тўғри чизикни ёки бурчакни тенг бўлақларга бўлиш, айланага ички ва ташқи кўпбурчаклар яшаш (мунтазам кўпбурчаклар), фазовий геометрик шакллар яшаш, текис ва фазовий эгри чизиклар яшаш кабиларга кўплаб мисоллар келтириш мумкин. Улар ҳақида мавжуд адабиётларда яқиндан танишиш мумкин.

3-расмдаги  $ABC$  учбурчакда ҳосил бўлган  $AK$ ,  $BL$  ва  $CE$ , кесмалари бир-бири билан  $O$  нуктада  $1/3$  нисбатда кесишиб туришини сезиш мумкин.

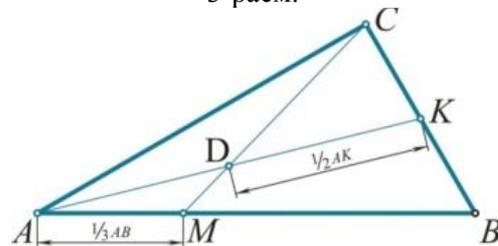
Шу ва бошқа геометрик яшашлардан ҳозирги замон муҳандислари ва архитекторлари ҳам, бино ва иншоотларнинг режалари ва ташқи кўринишини лойиҳалаш жараёнида архитектуравий жозибadorлигини ва пропорциясини аниқлашда мувоффақият билан фойдаланганлар ва фойдаланиб келишмоқда. Қуйида шу каби ихтиёрий учбурчакларнинг баъзи хоссалари қилинади.

Ихтиёрий  $ABC$  учбурчакнинг томонларидан бирини (масалан  $BC$ ) нинг ўртаси  $K$  нуктани асос томоннинг  $A$  нуктаси билан туташтирилиб, ҳосил бўлган  $AK$  кесманинг ўртасидаги  $D$  нуктани учбурчакнинг учи  $C$  нукта билан туташтирилса, ҳосил бўлган  $CM$  тўғри чизик  $AB$  томонни  $1/3$  нисбатда кесиб ўтади ( $AM = AB/3$ ) (4-расм) ёки тескариси, яъни,  $AB$  томонни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $M$  нукта учбурчакнинг  $C$  учи билан туташтирилса,  $CM$  тўғри чизик  $AK$

кесмани тенг иккига бўлади ( $AD = DK$ ) (4-расм).

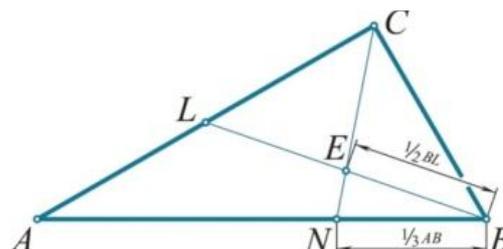


3-расм.



4-расм.

Шунингдек,  $AB$  томонни  $1/3$  нисбатга бўлиб турувчи  $N$  нукта учбурчакнинг  $C$  учи билан туташтирилса,  $CN$  тўғри чизик  $AC$  томоннинг ўртасидан ўтувчи  $BL$  кесмани тенг иккига бўлиб туради ( $BE = EL$ ) (5-расм).



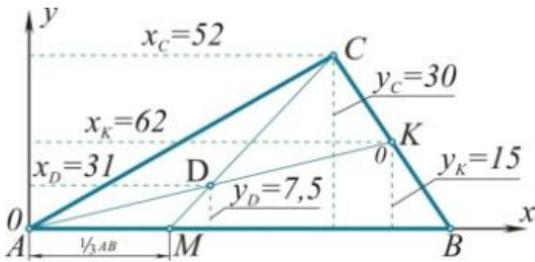
5-расм.

6-расмда, юқорида келтирилган масаланинг график и, қуйироқда эса, аналитик и келтирилган.  $AK$  ва  $CM$  кесмаларнинг тенгламаларини (1) *икки нуктадан ўтувчи тўғри чизикнинг*<sup>1</sup> тенгламасини аниқлаш формуласидан фойдаланиб ёзамиз ва уларни биргаликда ечиб,  $AK$  ва  $CM$  кесмаларнинг кесишув  $D$  нуктасининг ёки бошқача айтганда,  $AK$  кесманинг ўрталик  $D$  нуктасининг координаталарига (2) эга бўламиз:

$$\begin{cases} y = y_{CM} = \frac{3x - AB}{3x_c - AB} \cdot y_c \\ y = y_{AK} = \frac{y_K}{x_K} x \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_D = \frac{y_c AB}{3y_c - \frac{y_K}{x_K} (3x_c - AB)} \\ y_D = \frac{y_c (3x_D - AB)}{(3x_c - AB)} \end{cases} \quad (2)$$

<sup>1</sup> М. Я. Выгодский. «Справочник по высшей математики», 37-бет.



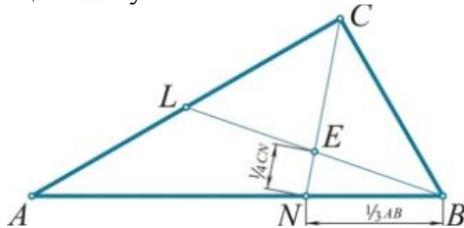
6-расм.

Исбот: 6-расмдаги  $x_A$ ,  $x_K$  ҳамда  $y_A$ ,  $y_K$  қийматларни кесмани тенг иккига бўлиш<sup>2</sup> формуласига қўйсак,  $x_D=31$  ва  $y_D=7,5$  қийматларга эга бўламиз.

$$x_D = \frac{x_A + x_K}{2} = \frac{0 + 62}{2} = \frac{62}{2} = 31$$

$$y_D = \frac{y_A + y_K}{2} = \frac{0 + 15}{2} = \frac{15}{2} = 7,5$$

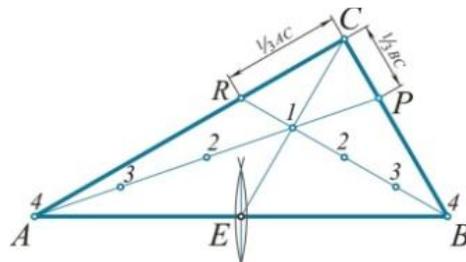
Икки тўғри чизикнинг кесишув нуқтасини аниқлаш формуласига асосланиб,  $BL$  ва  $CN$  кесмаларнинг тенгламалари биргаликда ечилса,  $E$  нуқтанинг координаталарига эга бўламиз (5- ва 7-расмлар). Бундан кейинги исталган учбурчакларнинг хоссаларини ҳам шу йўсинда аналитик қилиш мумкин.



7-расм.

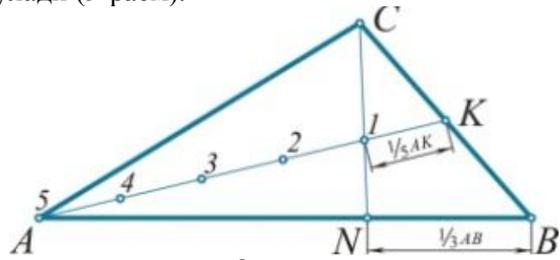
7-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг  $AC$  томонидаги ўрталик  $L$  нуқтасини  $B$  нуқта билан туташтирувчи  $BL$  кесма,  $CN$  кесмани  $1/4$  нисбатда бўлиб туради. Ушбу ҳол 4- ва 5-расмларда ҳам кузатилишини эътироф этиш мумкин, яъни, 4-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг  $AK$  ва  $CM$  кесмаларининг кесишув  $D$  нуқтаси  $CM$  кесмани  $1/4$  нисбатда бўлиб туради ( $DM = CM/4$ ), 5-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг  $BL$  ва  $CN$  кесмаларининг кесишув  $E$  нуқтаси эса,  $CN$  кесмани  $1/4$  нисбатда бўлиб туради ( $EN = CN/4$ ).

8-расмда келтирилган  $ABC$  учбурчакнинг исталган, масалан,  $AB$  томонини тенг иккига бўлиб турувчи  $E$  нуқтасини шу томон қаршисидаги  $C$  уч билан туташтирсак, ҳосил бўлган  $EC$  кесманинг ўртасидаги  $I$  нуқтадан ўтувчи  $AP$  ва  $BR$  кесмалар мос равишда,  $BC$  ва  $AC$  томонларни  $1/3$  нисбатда бўлиб туради. Шунингдек,  $AP$  ва  $BR$  кесмалар бир-бирини  $1/4$  нисбатларда бўлиб туради.

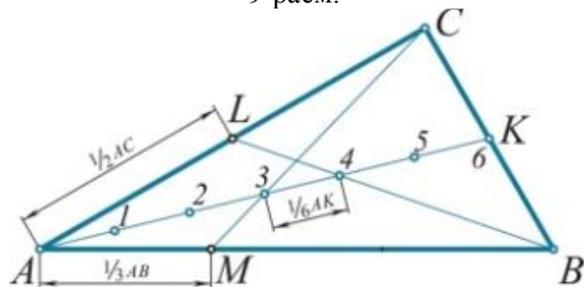


8-расм.

$AB$  томонни  $1/3$  нисбатга бўлиб турувчи  $N$  нуқта учбурчакнинг  $C$  учи билан туташтирилса,  $CN$  тўғри чизик  $BC$  томоннинг ўрталик  $K$  нуқтасидан ўтувчи  $AK$  кесмани  $1/5$  нисбатга бўлади (9-расм).



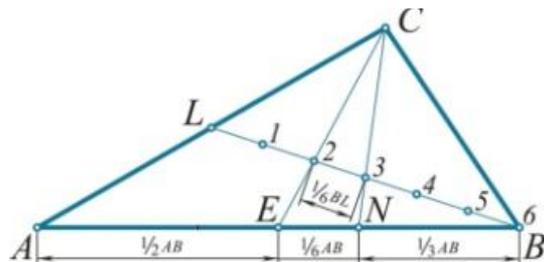
9-расм.



10-расм.

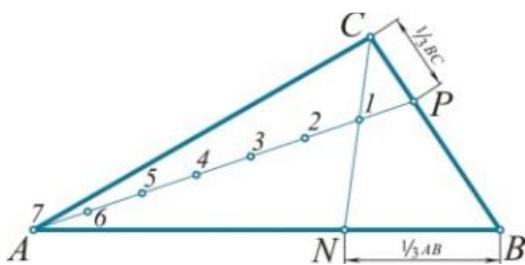
Агар,  $B$  нуқтани  $AC$  томоннинг ўртаси  $L$  нуқта билан,  $C$  нуқтани  $AB$  томоннинг  $1/3$  қисмидаги  $M$  нуқта билан туташтирилса (10-расм),  $CM$  ва  $AK$  тўғри чизикларнинг кесишув  $3$  нуқтаси ҳамда  $BL$  ва  $AK$  тўғри чизикларнинг кесишув  $4$  нуқтаси орасидаги масофа  $AK/6$  га тенг бўлади.

$ABC$  учбурчакнинг  $AB$  томонини  $1/2$  нисбатда бўлиб турувчи  $E$  ва  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $N$  нуқталарни  $C$  учи билан туташтирувчи  $CE$  ва  $CN$  тўғри чизиклар  $BL$  кесма ва  $AB$  томонларни  $1/6$  нисбатда бўлиб туради (11-расм).



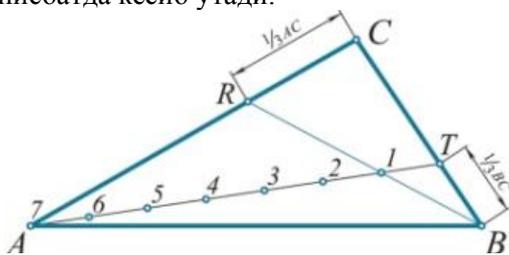
11-расм.

<sup>2</sup> М. Я. Выгодский. «Справочник по высшей математике», 25-бет.

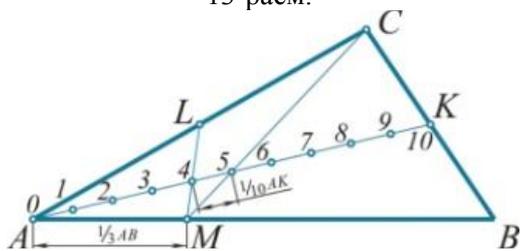


12-расм.

12-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг  $AB$  томони-ни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $N$  нуктасини  $C$  уч билан туташтирсак, ҳосил бўлган  $CN$  кесма,  $BC$  томонни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $AP$  кесмани  $1/7$  нисбатда кесиб ўтади. Шунингдек, 13-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг  $AC$  томонини  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $R$  нуктадан ўтувчи  $BR$  тўғри чизиқ,  $BC$  томонни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $T$  нуктадан ўтувчи  $AT$  кесмани  $1/7$  нисбатда кесиб ўтади.



13-расм.



14-расм.

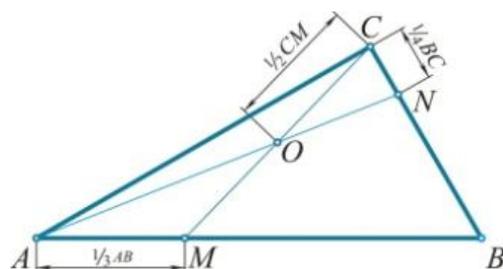
$AB$  томонни  $1/3$  қисмга бўлиб турувчи  $M$  нуктани учбурчакнинг  $C$  учи ва  $AC$  томонни тенг иккига бўлиб турувчи  $L$  нукта билан туташтирилса (14-расм), ҳосил бўлган  $CM$  ва  $LM$  кесмалар  $AK$  кесма билан 4 ва 5 нукталарда кесишиб,  $AK$  кесмани  $1/10$  нисбатга бўлади, яъни  $45 = AK/10$ .

4-расмда учбурчакнинг исталган томонини  $1/3$  қисмга бўлиш усули кўрсатилган эди. Қуйида учбурчакнинг исталган томонини  $1/4$ ,  $1/5$ ,  $1/6$ , ... қисмларга бўлиш усуллари кўрсатилади.

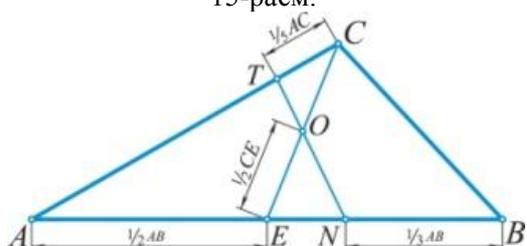
**$ABC$  учбурчакнинг исталган (масалан,  $BC$ ) томонини тенг 4 бўлакка бўлиш.**

15-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг  $AB$  томони-ни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $M$  нуктаси ( $M$  нукта 4-расмда келтирилган усул билан аниқланади), шу томон қаршисидаги  $C$  уч билан туташтирилади. Ҳосил бўлган  $CM$  кесманинг ўртасидаги  $O$  нуктаси учбурчакнинг  $A$  учи билан тўғри чизиқ ёрдамида туташтирилиб, тўғри чизиқ  $BC$  томон билан  $N$  нуктада учрашгунча

давом эттирилади. Топилган  $N$  нукта  $BC$  томонни  $1/4$  нисбатда бўлади.



15-расм.



16-расм.

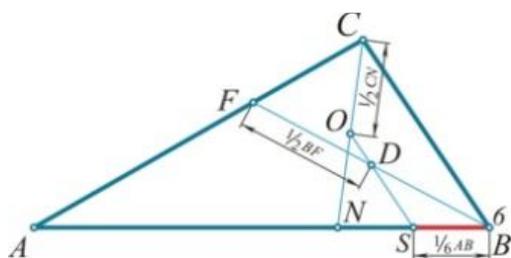
**$ABC$  учбурчакнинг исталган (масалан,  $AC$ ) томонини тенг 5 бўлакка бўлиш.**

Бунинг учун 16-расмдаги  $ABC$  учбурчакнинг бўлиниши керак бўлган  $AC$  томонининг  $C$  учи, унинг қаршисидаги  $AB$  томонини  $1/2$  нисбатда бўлиб турувчи  $E$  нуктаси билан туташтирилади. Энди,  $AB$  томонни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $N$  нуктасини ( $N$  нукта 4-расмда кўрсатилган усул билан топилади)  $CE$  кесманинг ўртасидаги  $O$  нукта билан туташтириб, бўлиниши керак бўлган  $AC$  томон билан учрашгунча давом эттирилса, ҳосил бўлган  $T$  нукта  $AC$  томонни  $1/5$  нисбатга бўлади.

**$ABC$  учбурчакнинг исталган (масалан,  $AB$ ) томонини тенг 6 бўлакка бўлиш.**

Бунинг учун 11-расмда келтирилган  $1/6$  бўлакка бўлиш усулидан фойдаланса бўлади. Лекин бу масалани қуйидаги усул билан ҳам ечиш мумкин.

$ABC$  учбурчакнинг  $AB$  томонини тенг 6 бўлакка бўлиш керак бўлсин (17-расм). Унда, шу томоннинг  $B$  учидан унинг қаршисида ўтувчи  $AC$  томоннинг  $1/3$  қисмида жойлашган  $F$  нуктасини туташтирувчи тўғри чизиқ ҳамда учбурчакнинг  $C$  учини  $AB$  томонни  $1/3$  нисбатда бўлиб турувчи  $N$  нуктаси билан туташтирилади. Ҳосил бўлган  $BF$  кесманинг ўртасидаги  $D$  нукта ҳамда  $CN$  кесманинг ўрталик нуқаси  $O$  нукталар тўғри чизиқ ёрдамида туташтирилиб,  $AB$  томон билан  $S$  нуктада учрашгунча давом эттирилса,  $S$  нукта  $AB$  томонни  $1/6$  нисбатда бўлади. Чизмадаги  $F$  ва  $N$  нукталар 4-расмда келтирилган усул билан топилади.

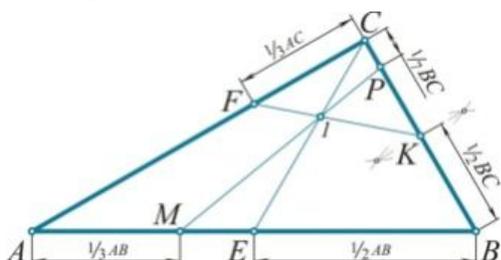


17-расм.

**ABC учбурчакнинг исталган (масалан, BC) томонини тенг 7 бўлакка бўлиш.**

Бўлиниши керак бўлган BC томоннинг 1/2 қисмида жойлашган K нуктани AC томонни 1/3 қисмга бўлиб турувчи F нукта билан туташтирилади (18-расм).

Сўнгра AB томоннинг ўртасидаги E нукта шу томон қаршисидаги C уч билан туташтирилади. Кейин CE ва KF кесмаларнинг кесишув I нуктаси AB томонни 1/3 нисбатда бўлиб турувчи M нукта билан туташтирилади. Энди MI кесма BC томон билан учрашгунча давом эттирилса, ҳосил бўлган P нукта BC томонни 1/7 нисбатда бўлиб туради. M ва F нукталар 4-расмда кўрсатилган усул билан топилади.



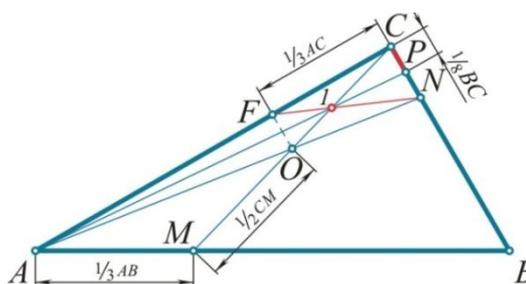
18-расм.

**ABC учбурчакнинг исталган (масалан, BC) томонини тенг 8 бўлакка бўлиш.**

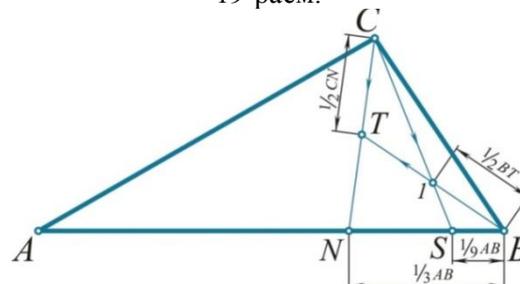
Бунинг учун 15-расмдаги учбурчакнинг томонини тенг тўрт бўлакка бўлиш амалидан фойдаланиш мумкин. AC томонни 1/3 нисбатда бўлиб турувчи F нуктани BC томон 1/3 нисбатда бўлиб турувчи N нукта билан туташтирамиз (19-расм). Бу тўғри чизик CM тўғри чизик билан I нуктада кесишади. Ҳосил бўлган I нуктани A уч билан туташтириб, тўғри чизикни BC томон билан кесишгунча давом эттирилса, кесишув P нукта BC томонни 1/8 нисбатда бўлиб туради. M ва F нукталар 4-расмда кўрсатилган усул билан топилади.

**ABC учбурчакнинг исталган (масалан, AB) томонини тенг 9 бўлакка бўлиш.**

20-расмдаги ABC учбурчакнинг AB томонини тенг 9 бўлакка бўлиш учун шу томонни 1/3 нисбатда бўлиб турувчи N нуктани C уч билан туташтирилади. CN кесманинг ўрталик T нуктаси B уч билан туташтирилади. Сўнгра BT кесманинг ўртасидаги I нукта C уч билан туташтирилади ва AB томон билан учрашгунча давом эттирилади. S нукта AB томонни тенг 1/9 нисбатда бўлиб туради. Чизмадаги N нукта 4-расмда келтирилган усул билан топилади.



19-расм.

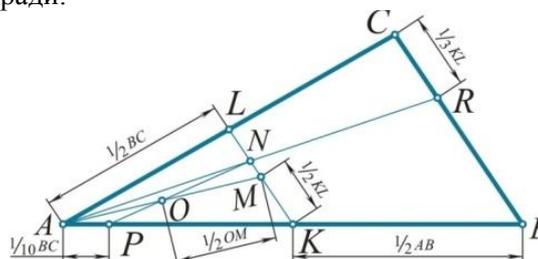


20-расм.

**ABC учбурчакнинг исталган (масалан, AB) томонини тенг 10 бўлакка бўлиш.**

Бунинг учун 16-расмда келтирилган 1/5 бўлакка бўлиш усулидан фойдаланса ҳам бўлади. Лекин бу масalani қуйидаги усул билан ҳам ечиш мумкин.

ABC учбурчакнинг AB ва AC томонларининг ўрталик K ва L нукталари ўзаро туташтирилади (21-расм). Сўнгра, BC томоннинг 1/3 қисмида жойлашган R нукта шу томон қаршисида ётувчи A нукта билан туташтирилади ва бу тўғри чизикнинг KL кесма билан кесишув N нуктаси аниқланади. Кейин RL кесманинг ўрталик M нуктаси A уч билан туташтирилиб, AM кесманинг ўрталик O нукта билан N нукта ўзаро туташтирилади. Ҳосил бўлган ON кесмани AB томон билан учрашгунча давом эттирилма, ундаги P нукта бу томонни 1/10 нисбатда бўлиб туради.



21-расм.

Юқорида келтирилган учбурчакларнинг ушбу хоссалари, ҳозирги замон конструкторлик ва архитектуравий лойиҳалашдаги геометрик яшашларда яқиндан ёрдам беради, деган умидда келтирилмоқда.

**Адабиётлар:**

1. Геометрия. 7-синф учун дарслик. А. Аъзамов ва бошқалар., Т. “Янгийўл полиграф сервис”, 2017 й.

2. М. Я. Выгодский. «Справочник по высшей математики», «Наука» нашриёти, Москва 1964 й.

3. Карл Левитин. «Геометрическая рапсодия», «Знание» нашриёти, Москва 1984 й.

4. М.Б.Шах, Б.С.Пана. Engineering Drawing. Анви Композиторс, Дехли. 2009 й.

UDK 53.072

## TEXNIKA YO'NALISHIDAGI OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISH USULLARI

Sirojiddinov O., Safarov I. - Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti.

Mazkur maqola ta'lim jarayonida zamonaviy axborot texnologiyalaridan, jumladan, virtual laboratoriyalardan foydalanish imkoniyatlariga bag'ishlangan. Unda oliy ta'lim muassasalarida axborot-kommunikatsion texnologiyalar yordamida o'quv jarayonini optimallashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Laboratoriya ishlarini bevosita bajarishga nisbatan uning kompyuterli analogining afzallik va kamchilik tomonlari, texnikaga oid fanlarni o'zlashtirishda virtual laboratoriyalarning o'rni, foydalaniladigan dasturlar to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

**Kalit so'zlar:** o'quv jarayoni, innovatsion texnologiyalar, kompyuter dasturlari, avtomatlashtirish, virtual laboratoriya.

### Методы использования виртуальных лабораторных работ в технических вузах

Данная статья посвящена использованию современных информационных технологий, в том числе виртуальных лабораторий в учебном процессе. Обсуждаются вопросы оптимизации учебного процесса по информационно-коммуникационным технологиям в высших учебных заведениях. Преимуществами и недостатками компьютерного аналога для прямой лабораторной работы являются сведения о роли виртуальных лабораторий в изучении технических дисциплин, используемых программах.

**Ключевые слова:** виртуальная лаборатория, информационно-коммуникационным, технология, эффективность, дисциплина, автоматизация, оптимизация, учебном процессе, эксперимент.

### Methods for using virtual laboratory works in technical universities

This article deals with the use of modern information technology, including virtual laboratories in the learning process. It discusses the issues of optimizing the learning process in information and communication technologies in higher education institutions. The advantages and disadvantages of a computer analogue for direct laboratory work are the information on the role of virtual laboratories in the study of technical disciplines, the programs used.

**Keywords:** learning process, innovative technologies, computer programs, automation, virtual laboratory.

**Kirish.** Laboratoriya ishlari o'quv jarayonining ajralmas qismi hisoblanib, talabalarga ishlab chiqarish sharoitlarida zarur bo'lgan ko'nikmalarga ega bo'lishlariga imkon beruvchi o'ziga xos amaliy tajriba vazifasini o'taydi.

Laboratoriya ishlari va turli o'quv eksperimentlari to'g'ri tashkil etilgandagina ham foydali, ham qiziqarli bo'lishi mumkin. Lekin ayrim ob'ektiv sabablarga ko'ra, hamma tajriba mashg'ulotlarini ham real vaqt rejimida o'tkazish imkoni bo'lmaydi, chunki, ishlab chiqarishning kundan-kunga o'zgarib, taraqqiy etib borayotganligini hisobga olsak, oliy ta'lim muassasalarining o'quv-laboratoriya bazasining bugungi ahvoli talabga to'liq javob bermaydi. Zamonaviy laboratoriya komplekslarining etishmasligi, ma'nan eskirgan laboratoriya jihozlaridan foydalanish talabalarining nazariy materiallarni mustahkamlashlari, amaliy ko'nikmalarni shakllantirishlari va fanni to'liq o'zlashtirishlariga salbiy ta'sir etmoqda.

Shu bilan birga, ilm-fan va ta'lim sohasida kompyuter dasturlaridan foydalanish hamda modelashtirilgan virtual laboratoriyalar samarali va qulay ta'lim metodlari sifatida e'tirof etilmoqda.

**Asosiy qism.** Virtual laboratoriyalardan o'quv jarayonida foydalanish bir tomondan real laboratoriyalar bo'lmaganda talabalarga haqiqiy uskuna va jihozlar, xom-ashyo va materiallar bilan

turli tajribalar o'tkazish ko'nikmalarini egallash, uskunalarining kompyuterdagi modeli va apparaturaning ishlash jarayoni bilan batafsil tanishish, oqibatlaridan xavotirlanmasdan haqiqiy xavfli jarayon va holatlarni virtual tadqiq etish uchun zarur sharoitlarni yaratsa, ikkinchi tomondan mavjud an'anaviy laboratoriya ishlarini bajarishni fan va texnikaning zamonaviy taraqqiyot darajasiga mos yangi texnologik darajaga olib chiqish imkoniyatini beradi.

Umuman olganda, virtual laboratoriyalar muayyan mavzu doirasida bajariladigan real eksperimental tadqiqotlar o'tkazish jarayonlarini modelashtiradigan (simulyatsiya qiluvchi) kompyuter dasturlari to'plamini ifodalaydi. Ular yordamida laboratoriya ishlarini maxsus kompyuter dasturi asosida virtual bajarish imkoniyati yaratiladi. Bunda ta'lim oluvchilar haqiqiy o'lchov asboblari, yordamchi qurilmalar va boshqa elementlarning kompyuter ekranidagi "tasvirlari" bilan ishlaydi.

Shunday bo'lsada, virtual laboratoriyalar ayrim kamchiliklardan xoli emas. Virtual laboratoriya tarafdorlari undan foydalanishning samaradorligi, qulayligi va sarf-xarajatlariga ishora qiladilar, qarshilar esa uskuna va jihozlar bilan jismoniy kontaktning yo'qligi talabalarga real sharoitlarda ishlashda zarur muhim kompetenttsiyalarni egallashlariga to'sqinlik qiladi deb hisoblaydilar. Shunga qaramasdan, zamonaviy texnologiyalar

virtual laboratoriyani haqiqiy laboratoriyaning to'liq funksional modeli sifatida talqin etishga imkon beradi. Virtual laboratoriyalar, shubhasiz, amaliy mashg'ulotlarni tashkil etishning samarali shakllaridan biri sifatida qaralishi mumkin, chunki ular talabalar bevosita muloqot orqali o'z bilimlari va ko'nikmalarini mustahkamlashlari yoki yangi qirralarini kashf qilishlariga yordam beradi.

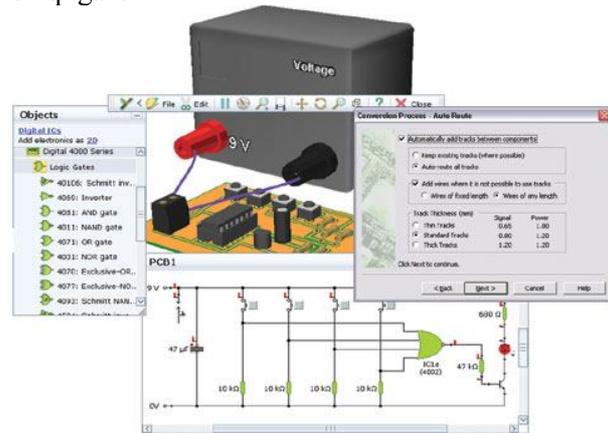
Texnika yo'nalishi bo'yicha bakalavrlarni tayyorlash borasida Samarqand davlat arxitektura-qurilish institutida o'quv jarayonini tashkil etishda interaktiv usullarni qo'llash, virtual laboratoriya imkoniyatlaridan foydalanish zamonaviy yo'nalishlardan biri sifatida keng targ'ib qilinmoqda.

Malakali mutaxasislarni tayyorlashda laboratoriya ishlari, ularni tashkil qilish va o'tkazishda yuqori darajadagi samaradorlikka erishish muhim o'rin tutadi. Keyingi yillarda institutda kompyuter texnikasi imkoniyatlarining o'quv jarayoniga keng joriy qilinishi malakali texnik mutaxasislarni tayyorlashda muhim omil bo'lib xizmat qilmoqda. Mavjud laboratoriya stendlarining ko'pchiligi ham jismonan, ham ma'nan eskirganligi sababli yaroqsiz holatga kelib qolganligi ham sir emas. Ayrim xorijdan keltirilgan laboratoriya komplektlarini sozlash uchun ehtiyot qismlarning etishmasligi, qimmatligi va kamyobligi sababli qo'llashda muammolar yuzaga kelmoqda. Shuning uchun, shu paytgacha o'tkazilgan laboratoriya mashg'ulotlarini an'anaviy holda real stendlar, qurilmalar, maketlardan foydalangan holda olib borilgan bo'lsa, hozirgi kunda virtual laboratoriyalarga keng o'rin berilmoqda.

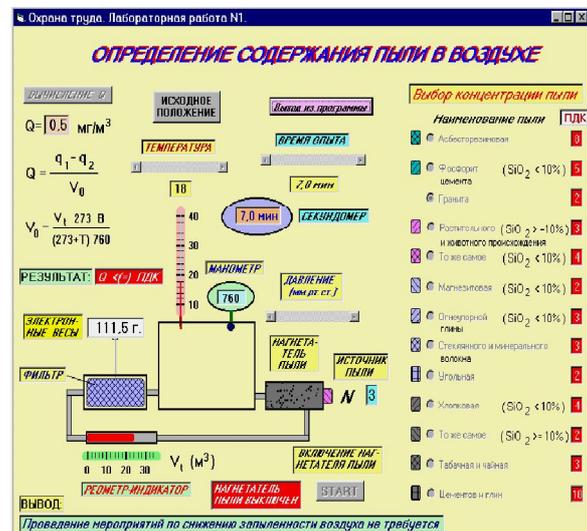
Qayd etish joizki, o'quv jarayonida innovatsion texnologiyalar, jumladan kompyuter texnikasining qo'llanishi tufayli mavzu vizualligining oshirilishi natijasida talabalar o'zlashtirish ko'rsatkichlarining yaxshilanishi, fikrlash qobiliyatlari va fanga bo'lgan qiziqishlarining ortib borishi kuzatilmoqda. Laboratoriya ishlarini virtual formatda o'tkazishda muhim omillardan biri talabaning faolligi hisoblanadi. Talaba faqat tomoshabin bo'lmasdan, kompyuter monitori ekranida yuz berayotgan jarayondagi o'zgarishlarni kuzatib daftarga yozib borishi va o'lov asboblari ko'rsatkichlarining o'zgarishi va qayd etilayotgan jarayon dinamikasini sinchkovlik bilan kuzatishi talab etiladi. Shu asosda talabaning amaliy ko'nikmalari, mustaqil fikrlash va qaror qabul qilish doirasi kengayadi, kommunikabelligi, masalaga ijodiy yondashish xususiyatlari shakllanadi.

Samarqand Davlat arxitektura qurilish instituti "Avtomatika asoslari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish", "Hayot faoliyati xavfsizligi va mexnat muhofazasi" fanlaridan: Crocodile Technology, NI.Multisim 12.0, Nachala Elektroniki, Simp Light dasturlari yordamida mantiqiy elementlarni elektron sxemalarda ishlatilishi, elektr sxemalarni tuzish, qozonxona ish jarayoni, havodagi zararli chang miqdorini o'lchash

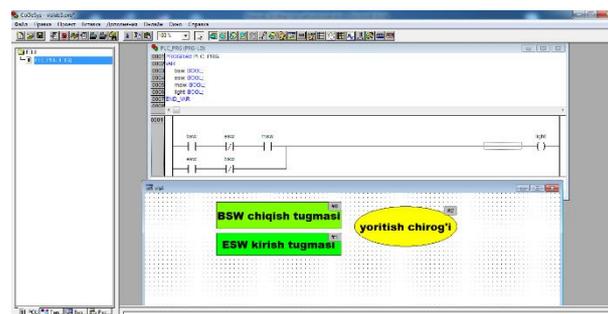
(tarozida tortish) usulida aniqlash va boshqa amaliy mashg'ulotlarning virtual variantlari ishlab chiqilgan.



1-Rasm. Mantiqiy elementlarining elektron sxemalarda ishlashi



2-Rasm. Havo tarkibida zararli chang miqdorini aniqlash



3-Rasm.CoDeSys dasturi LD tilida tuzilgan electric sxema va visual ko'rinishi.

Har bir laboratoriya ishini bajarish uchun virtual laboratoriya va uslubiy qo'llanma talabalarga taqdim etiladi. Ishni bajarishdan oldin talaba diqqat bilan ishning maqsadi, nazariy qismi va bajarilish tartibi bilan tanishib chiqqandan keyin ishini bajarishga kirishadi.

Laboratoriya ishini bajarish bosqichlarida xatoga yo'l qo'yilgan taqdirda talaba ijobiy natijaga

erishilgunga qadar ishni qayta-qayta takrorlab, davom ettirish mumkin. O'leov ishlari yakunlangandan keyin talaba mustaqil ravishda hisob ishlarini bajaradi. Mashg'ulot yakunida talaba bajarilgan ishni hisobot shaklida rasmiylashtiradi va o'qituvchi tomonidan berilgan nazorat savollariga javob berib, hisobotni himoya qiladi. Virtual laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazishda kompyuter texnikasining katta hajmdagi multimedia texnologiyalari - grafika, animatsiya, foto, video, tovushli va matnli slaydlarni saqlovchi operativ xotirasi va tezkorligi yuqori zamonaviy modellarini qo'llashni talab etadi.

Ko'p yillik kuzatuvlarimiz virtual va real vaqt rejimida amaliy o'tkazilgan laboratoriya ishlarining sifat ko'rsatkichlarini taqqoslash va tahlil qilish imkoniyatini berdi. O'tkazilgan tadqiqot natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan:

№	Asosiy mezonlar	Virtual laboratoriya ishlari - %	Real laboratoriya ishlari - %
1	O'quv materialining o'zlashtirilishi	85	90
2	Talabanning laboratoriya ishini o'tkazishga qiziqishi	100	95
3	Laboratoriya ishini o'tkazishda o'qituvchining ishtiroki	45	90
4	Olingan bilimlar natijalarini baholash	45	90
5	Laboratoriya ishini modellashtirish mumkinligi	90	20
6	Laboratoriya ishini bajarishda texnik xavfsizligi	90	40

UO'K:378.2(075)

### TO'RTBURCHAK SHAKLLARINI HOSIL QILISH USULLARI VA ULARNI AMALIYOTDA QO'LLASH

Aynaqulov Xusniddin; Jo'lanov Isoq; Nazarov Ortiq

Jizzax politexnika instituti

Ushbu maqolada kvadrat, to'g'ri to'rtburchak, parallelogram, romb, trapetsiya kabi to'rtburchakli shakllarni yasash usullari ko'rsatib berilgan. Bu shakllarni yasashda chizg'ich, qalam va sirkuldan moxirona foydalanish usullari talaba va o'quvchi yoshlarga batafsil ko'rsatib berilgan. Har bir shaklga tariflari keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** kvadrat, to'g'ri to'rtburchak, parallelogram, romb, trapetsiya, chizg'ich, qalam, sirkul.

В этой статье описывается, как сделать квадратные, прямоугольные, параллелограммные, ромбические, трапециевидные фигуры. Умелое использование карандашей, карандашей и циркуляров при изготовлении этих форм подробно описано для студентов и студентов. Каждая форма имеет свои тарифы.

**Ключевые слова:** квадрат, прямоугольник, параллелограмм, ромб, трапеция, линейка, карандаш, циркуль.

This article describes how to make square, rectangular, parallelogram, rhombic, trapeze shapes. The skillful use of pencils, pencils and circulars in making these forms is detailed for students and students. Each form has its own tariffs.

**Keywords:** square, rectangle, parallelogram, rhombus, trapeze, ruler, pencil, circular.

**Ta'riflar :** To'rtburchak to'rt tekis tomon bilan chegaralangan tekis shakldir.

#### Adabiyotlar:

1. Князева Е.М. Лабораторные работы нового поколения. Народное образование. Педагогика. 2012 г.
2. Фамина Е.В. Влияние виртуальных лабораторных работ на качество учебного процесса. Тула. ТулГУ., 2008 г.
3. Ослендер Д., Риджи Дж., Рингенберг Дж. Управляющие программы для механических систем: объектно-ориентированное проектирование систем реального времени. – М.: БИНОМ Лаборатория базовых знаний, 2004. – 413 с.
4. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Практическое применение языков стандарта МЭК 61131-3. / Под ред. проф. В. П. Дьяконова. – М.: Солон-Пресс. 2004. – 254 с.
5. Electron pedagogika Xamidov V.S vkhamidov@gmail.com 2012y. Toshkent

Kvadrat to'rtburchak bo'lib, uning to'rt tomoni teng uzunlikka va uning burchaklaridan biri (va boshqa tomoni) to'g'ri burchakka ega.

To'g'ri to'rtburchak - bu to'rtburchak, uning qarama-qarshi tomonlari teng uzunlikdagi va burchaklaridan biri (va boshqa uchi) to'g'ri burchakdan iborat.

Parallelogram qarama-qarshi tomonlar teng parallel bo'lgan to'rtburchak

Romb to'rt tomonli bo'lib, uning barcha to'rt tomoni tengdir.

Trapetsiya to'rtburchak bo'lib, unga qarama-qarshi tomonlarning bir jufti parallel joylashgan.

Trapetsiya to'rt tomoni va burchaklari tengsizdir.

#### Yasalishlar

Yonning uzunligini hisobga olgan holda kvadrat yasash (1-shakl)

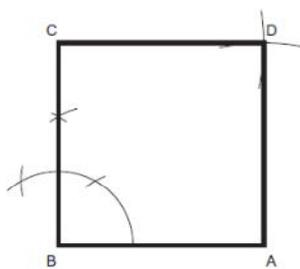
1. AB tomonini chizing.
2. B dan perpendikulyar o'tqaziboling.
3. Yon uzunligini belgilang
4. A va C markazlari bilan kesishish uchun kvadrat tomonining uzunligiga teng radiusli yoylar chiziladi.

ABCD zarur kvadrat .

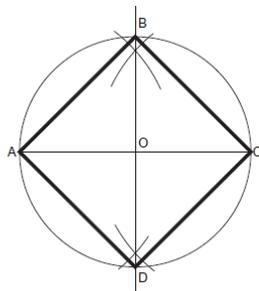
Diagonal berilgan kvadratni yasash(2-shakl)

1. Diagonal AC ni chizing.
2. Bissektrissa AC.
3. O va radiusli OA (OC) bilan B va D kesishish chizig'ini kesish uchun doira chizing.

ABCD zarur kvadrat

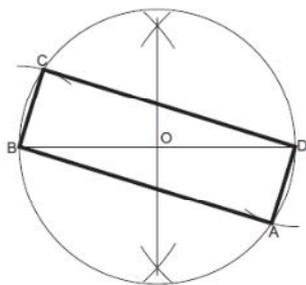


1-shakl



2-shakl

Diagonal va yon tomonlarining uzunligini hisobga olgan holda to'rtburchakni yasash. (3-shakl)



3-shakl

1. BD diagonal chizing.
2. Bissektrissa BD.
3. O bilan OB (OD) radiusli doira chizing.
4. B markazi va radiusi ma'lum tomonning

uzunligiga teng bo'lsa, C doirani kesish uchun yoini chizing.

5. A nuqtada kesish uchun 4-qadamni D markazi bilan takrorlang.

ABCD - kerakli to'rtburchaklar.

**Berilgan ikki tomon va burchakka parallelogram yasash (4-shakl)**

1. AD ni tomonlardan birining uzunligiga teng ravishda chizamiz.

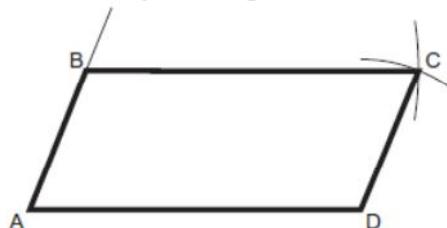
2. A dan ma'lum bo'lgan burchakni chizing

3. AB ni boshqa ma'lum tomonga teng uzunlikda belgilang.

4. Radius B nuqtadan AD radiusiga teng bo'lgan yoini chizing.

5. Radius bilan D nuqtadan AB radiusiga teng bo'lgan yoini chizing.

ABCD kerakli parallelogramdir.



4-shakl

**Diagonal va tomonlarining uzunligini hisobga olgan holda rombni yasash(5-shakl)**

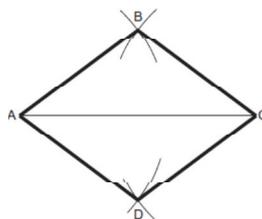
1. Diagonal AC ni chizing.
2. A va C nuqtalardan B va D nuqtalarida uchrashish uchun yon tomonlarga teng kesishgan yoylarni chizing.

ABCD - kerakli romb.

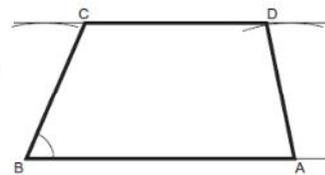
**Parallel tomonlarning uzunligini, ular orasidagi perpendikulyar masofani va bitta burchakni hisobga olgan holda trapetsiya yasash uchun (6-rasm)**

1. AB bilan parallellarning birini chizing.
2. Parallel chiziqni yasash
3. Parallel chiziqni C bilan kesishish uchun B dan ma'lum bo'lgan burchakni chizing.
4. Ma'lum uzunlikdagi CD-ni ajratib oling.

ABCD zarur trapetsiyadir.



5-shakl



6-shakl

#### Adabiyotlar:

1. CHicherina YA.E., Nurkeldieva D.A., Yakubjanova D.B. "Mutaxassislik fanlarini o'qitish metodikasi".
2. Sapaev U.A. "CHizma geometriya maktab chizmachilik darslarida kompyuter grafikasidan foydalanish metodikasi."

3. George Young. Descriptive geometry. The Macmillan Company. New York, 2013.  
 4. Pare E.G., Loving R.O., Hill L.L., Pare R.C. Descriptive geometry. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, 1997.  
 5. Engineering Drawing be M.B.Shah, B.C.Rana,

D.Kendersley. Delhi, 2009.  
 6. Murodov Sh., Xakimov L., Xolmurzayev A., Jumayev M., To'xtayev A.. Chizma geometriya Iqtisod – moliya 2006.  
 7. Finkelstein E., Ambrosius L. AutoCAD 15 J.Wiley&Sons Inc. Indianapolis, 2014.

UO‘K:378.2(075)

**KO'PBURCHAKLARNING YASALISH USULLARI**

**Nazarov Ortiq Tursunovich; Aynaqulov Xusniddin Abduxamidovich; Jo'lanov Isoq Odilovich**

Jizzax politexnika instituti

Ushbu maqolada ko'pburchaklar: Pentagon, Geksagon, Geptagon, Oktagon, Nonagon, Dekagon kabi ko'pburchakli shakllarni yasash usullari ko'rsatib berilgan. Bu shakllarni yasashda chizg'ich, qalam va sirkuldan moxirona foydalanish usullari talaba va o'quvchi yoshlarga batafsil ko'rsatib berilgan. Har bir shaklga tariflari keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** Pentagon, Geksagon, Geptagon, Oktagon, Nonagon, Dekagon, chizg'ich, qalam, sirkul.

В этой статье описывается, как создавать многоугольники: пятиугольник, шестиугольник, семиугольник, восьмиугольник, нонагон, декагон. Умелое использование карандашей, карандашей и циркуляров при изготовлении этих форм подробно описано для студентов и студентов. Каждая форма имеет свои тарифы.

**Ключевые слова:** пятиугольник, шестиугольник, семиугольник, восьмиугольник, нонагон, декагон, линейка, карандаш, циркуль.

This article describes how to make polygonal shapes: Pentagon, Hexagon, Heptagon, Octagon, Nonagon, Decagon. The skillful use of pencils, pencils and circuits in making these shapes is detailed for students and students. Each form has its own tariffs.

**Keywords:** Pentagon, Hexagon, Heptagon, Octagon, Nonagon, Decagon, ruler, Pencil, Circus.

**Ta'riflar:** Ko'pburchak to'rtidan ortiq tekis tomonlar bilan chegaralangan tekislik shaklidir. Ko'pincha nomlanadigan ko'pburchaklar ma'lum nomlarga ega. Ulardan ba'zilari quyida keltirilgan.

*Pentagon besh tomon bilan chegaralangan tekislik shaklidir.*

*Geksagon olti tomon bilan chegaralangan tekislik shaklidir.*

*Geptagon - bu yetti tomon bilan chegaralangan tekislik shaklidir.*

*Oktagon - sakkiz tomon bilan chegaralangan tekislik shaklidir.*

*Nonagon - to'qqiz tomon bilan chegaralangan tekislik shaklidir.*

*Dekagon - bu o'n tomon bilan chegaralangan tekislik shaklidir.*

Oddiy ko'pburchak, uning barcha qirralari teng bo'lgan, shuning uchun uning barcha tashqi burchaklari teng va uning ichki barcha burchaklari ham tengdir. Oddiy ko'pburchak ichida doira yasash mumkin, shunda ko'pburchakning barcha qirralari shu doiraga tegadi. Ushbu doira diametri "Ko'pburchakning diametri" deb nomlanadi. Ushbu o'lcham ko'pincha "qavatlararo" o'lcham deb ataladi. Ko'pburchakning diagonali - bu bir burchakdan eng uzoq burchakkacha bo'lgan masofa. Agar ko'pburchakning teng tomonlari bo'lsa, u holda bu masofa ikki diametrik qarama-qarshi burchak orasidagi o'lchamdir.

**Yasalishlar:**

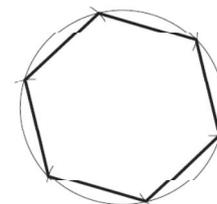
**Yon tomonlar uzunligini hisobga olgan holda oddiy olti burchakli burchakni yasash(1-shakl)**

1. Yonining uzunligiga teng radiusli doira

chizing.

2. Aylanish doirasidagi har qanday nuqtadan, aylana bo'ylab radiusni olti marta aylantiring. Agar sizning yasalishingiz aniq bo'lsa, siz o'zingiz boshlagan joyda tugatasiz.

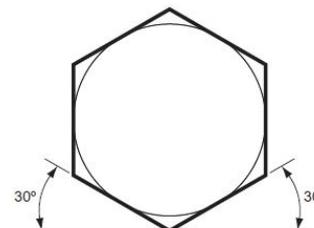
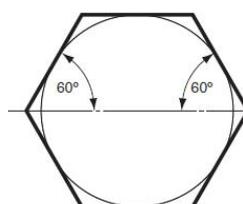
3. Oddiy olti burchakni hosil qilish uchun oltita nuqtani bog'lang.



1-shakl

**Diametri berilgan oddiy olti burchakni yasash(2-shakl)**

Faqat radiuslar va tekis qirralardan foydalangan holda ushbu konstruksiya mumkin, ammo nisbatan muhim emas. Oltita burchakni, diametri yoki yon tomonlarini hisobga olgan holda, 60° burchaklik-vadrat ga ega bo'lgan doiraga chizish orqali yasalishi mumkinligini tan olish kerak. Olti qirrani chizishda bu juda muhimdir.



2-shakl

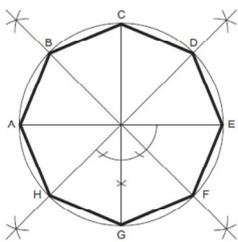
**Diagonalni hisobga olgan holda muntazam sakkizburchakni yasash, ya'ni ushbu doirada (3-shakl)**

1. Doira chizing va  $AE$  diametrini qo'ying.
2. Birinchi diagonalga perpendikulyar bo'lgan boshqa diagonal  $CG$  chizing.
3. Shunday qilib,  $B$ ,  $D$ ,  $F$  va  $H$  dagi doiralarni kesish uchun to'rtta kvadrat lar yaratiladi.

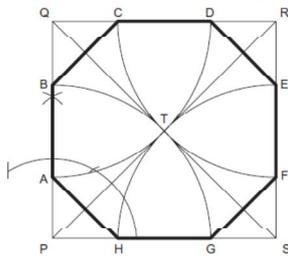
ABCDEFGH zarur sakkizburchak.

**Berilgan diametri bilan muntazam sakkizburchakni yasash uchun, ya'ni berilgan maydon ichida (4-shakl)**

1. Yon tomoni diametriga teng kvadrat PQRS chizing
2.  $T$  bilan kesishish uchun  $SQ$  va  $PR$  diagonalalarini chizing.
3.  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  va  $S$  markazlari bilan  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $G$  va  $H$  kvadrat chalarini kesish uchun radius  $PT$  ( $QT = RT = ST$ ) to'rtta yoyni chizing.



3-shakl.



4-shakl.

ABCDEFGH zarur sakkizburchak.

**Yon uzunligini hisobga olgan holda berilgan har qanday ko'pburchakni yasash:**

Oddiy ko'pburchakni yasash ning uchta oddiy usuli mavjud. Ikki usul oddiy hisoblashni talab qiladi, uchinchi - aniq bo'lishi kerak bo'lsa, juda ehtiyotkorlik bilan yasashini talab qiladi. Barcha uchta usul ko'rsatilgan. Ularni tasvirlash uchun har qanday ko'pburchakva heptagon (yetti tomon) uchun yasash ishlari tanlangan.

**1-usul (5-shakl)**

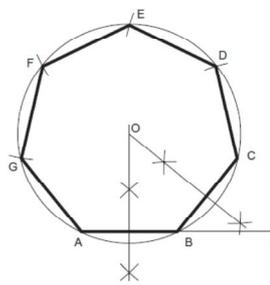
1.  $AB$  chizig'ini yon tomonlaridan biriga teng qilib  $AB$  chizig'ini  $P$  ga keltiring.
2.  $360^\circ$  ni tomonlar soniga bo'lish orqali ko'pburchakning tashqi burchagini hisoblang. Bunday holda tashqi burchak  $360^\circ / 7 = 51\ 3^\circ / 7$  ga teng.
3. Tashqi burchakka  $PBC$  chizamiz, shunda  $BC = AB$ .
4. Bisekt  $AB$  va  $BC$   $O$  ichida kesishgan.
5. Aylana, markaz  $O$  va radiusli  $OA$  ( $= OB = OC$ ) chizamiz.
6. Shaklning yon tomonlaridan  $C$ -dan  $D$ -ga,

$D$ -dan  $E$ -ga va boshqalarga qadam qo'ying.

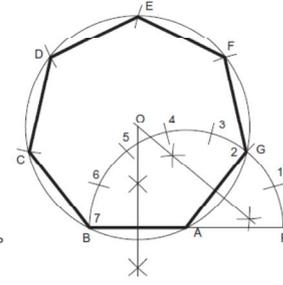
ABCDEFG - kerakli heptagon (yetti burchak)

**2-usul (6-shakl)**

1.  $AB$  chizig'ini yon tomonlaridan biriga teng qilib chizing.
2.  $A$  tekisligidan yarim doira shaklida  $AB$  radiusini  $P$ -da hosil bo'lgan  $BA$  bilan ta'minlash uchun oling.



5-shakl.



6-shakl.

3. Yarim doirani taklif qilingan ko'pburchak bilan teng qismlarga bo'ling. Buni sisterjen va xato yoki hisoblash orqali amalga oshirish mumkin (har bir yoy uchun  $180^\circ / 7 = 25\ 5^\circ / 7$ ).

4.  $A$ -dan 2-gacha bo'lgan chiziqni chizish (hamma ko'pburchak uchun). Bu ko'pburchakning ikkinchi tomonini hosil qiladi.

5.  $O$  va kesishish uchun  $AB$  va  $A 2$  ni ajrating.

6.  $O$  markaz bilan radiusi  $OB$  ( $= OA = O 2$ ) aylana chizing.

7. Shaklning yon tomonlarini  $B$  dan  $C$  gacha,  $C$  dan  $D$  gacha va boshqalardan ajratib oling.

ABCDEFG - kerakli septagon.

**Adabiyotlar:**

1. CHicherina YA.E., Nurkeldieva D.A., Yakubjanova D.B. "Mutaxassislik fanlarini o'qitish metodikasi".
2. Sapaev U.A. "CHizma geometriya maktab chizmachilik darslarida kompyuter grafikasidan foydalanish metodikasi".
3. George Young. Descriptive geometry. The Macmillan Company. New York, 2013.
4. Pare E.G., Loving R.O., Hill L.L., Pare R.C. Descriptive geometry. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, 1997.
5. Engineering Drawing be M.B.Shah, B.C.Rana, D.Kendersley. Delhi, 2009.
6. Murodov Sh., Xakimov L., Xolmurzayev A., Jumayev M., To'xtayev A.. Chizma geometriya Iqtisod - moliya 2006.
7. Finkelstein E., Ambrosius L. AutoCAD 15 J.Wiley&Sons Inc. Indianapolis, 2014.

УДК 531.8

**ҚУРИЛИШ ВА АРХИТЕКТУРА ТАРАҚҚИЁТИДА МЕХАНИКАНИНГ ЎРНИ**

**Бўлгаков Т.** - катта ўқитувчи; **Ўразалиев Ф.Б.** - ассистент  
Жиззах политехника институти

Ривожланиш даврида ўсиб келаётган ёш авлод зиммасига барқарор тараққиёт ва модернизацияни амалга

оширишдек масъулиятли вазифа юкланган бўлиб, механика қонунларини билиши, аждоқларимиз қолдирган бой маънавий-маърифий меросдан фахр туйғусини ҳис этган ҳолда уларнинг муносиб ворислари бўлишга интилиш, илм-у фанимиз ривожини ва истиқболи тўғрисида қайғуриб, ёшларни ҳақиқий ватанпарвар, зукко ва ҳар бир муаммони еча оладиган, билимдон қилиб тарбиялаш ҳар биримизнинг бурчимиздир. Саноатнинг ривожланиши техниканинг мукаммал эгаллигини билан ўлчанади, деб айтсак янгилишмаймиз. Техникани мукаммал ўзлаштириш учун механика ва унинг қонунларини яхши ўрганиш керак.

**Калит сўзи:** тараққиёт, модернизация, Осмон, Ер, Қуёш, ихтиро ва кашфиёт, И.Ньютон “Табиий фалсафанинг математик асослари”, инерция қонуни, ҳаракат, тезлик, механика, текис ҳаракат, Қуёш ва юлдузлар, механика ва математика, тўп отиш, қурилиш, автотранспорт, самолётсозлик, ҳарбий саноат, медицина.

Молодому поколению на этапе разработки была дана задача устойчивого развития и модернизации со знанием механических законов, чувством гордости за богатое духовное и образовательное наследие, которое оставили наши предки. Наш долг - быть наследниками, заботиться о развитии и перспективах нашей науки, воспитывать молодых людей как настоящих патриотов, умных и способных решить любую проблему. И не стоит утверждать, что развитие промышленности измеряется полным приобретением технологий. Чтобы хорошо овладеть техникой, нужно хорошо понимать механику и ее законы.

**Ключевые слова:** развитие, модернизация, небеса, земля, солнце, изобретение и открытие, «Математические основы естественной философии» И. Ньютона, закон инерции, движение, скорость, механика, плоское движение, солнце и звезды, механика и математика, строительство, автотранспорт, авиастроение, военная промышленность, медицина.

At the development stage, the young generation was given the task of sustainable development and modernization with knowledge of mechanical laws, a sense of pride in the rich spiritual and educational heritage that our ancestors left. Our duty is to be heirs, to take care of the development and prospects of our science, to educate young people as true patriots, smart and able to solve any problem. And do not argue that industrial development is measured by the full acquisition of technology. To master the technique well, you need a good understanding of mechanics and its laws.

**Keywords:** development, modernization, heaven, earth, sun, invention and discovery, “Mathematical Foundations of Natural Philosophy” by I. Newton, law of inertia, motion, speed, mechanics, plane motion, sun and stars, mechanics and mathematics, balls, construction, motor transport, aircraft, military industry, medicine.

Ҳозирги юксак технологияларнинг ривожланиши даврида ўсиб келаётган ёш авлод зиммасига барқарор тараққиёт ва модернизацияни амалга оширишдек масъулиятли вазифа юкланган бўлиб, ана шу юксак масъулият ва бурч туфайли ҳам улар аждоқларига қараганда кучлироқ, билимлироқ ва донороқ бўлишга мажбурдирлар.

Нима учун осмонга қараб тош отсак, у Ерга қайтиб тушади? Камондан қандай отсак, мўлжалга текиза оламиз? От чоптириб келаётган чавандоз жардан қандай қилиб сакраб ўта олади? Нима учун қуёш чиқади? Нима учун қуёш ботади? Нима учун қоронғу тушади? Ёшингиз 20 да бўлса, Сиз қуёш атрофини 20 марта айланиб чиққанингиздан хабарингиз борми? Шубҳалар одамларни олдинга етаклайди! Бундай саволларга жавоб топиш учун механика қонунларини билиш лозим бўлади. Бунинг учун буюк фан асосчилари Г.Галилей ва И.Ньютоннинг ихтиро ва кашфиётларидан хабардор бўлишимиз шарт.

И.Ньютон 1687 йил “Табиий фалсафанинг математик асослари” деган китобида тажриба ва кузатишлар воситасида аниқланган ўз қонунларини эълон қилди. Унинг биринчи қонуни “инерция” қонуни деб аталади. Чунки инерциал ҳаракатда тезлик ўзгармас, яъни тезланиш ҳар доим нолга тенг бўлади. Бу қонун асли италян олими Галилео Галилейники. Ўша давргача инсоният эраимиздан олдин яшаган ва фанга биринчи бўлиб “механика” сўзини киритган буюк мутафаккир Аристотелнинг

“Жисм фақат куч таъсирида ҳаракатланиши мумкин” деган ғоясига ишонар эди. (Аристотель-шарқда Арасту деб ном қозонган вақтида Александр Македонский-Шарқда Искандар Зулқарнайн деб аталадиган буюк зотга устозлик қилган). Ушбу қонун қуйидагича: **Агар жисмга ташқаридан бирон бир куч таъсир этмаса, у ўзининг тинч ҳолатини ёки тўғри чизикли текис ҳаракатини сақлаб қолади. Демак, агар нуқта тинч ҳолатда бўлса, у ўзича силжий олмайди ёки инерциал ҳаракатдаги нуқта ўз-ўзича ҳаракат тезлигининг миқдор ва йўналишини ўзгартира олмайди.** Бунинг учун бирор ташқи таъсир бўлиш керак. Куч ана шундай таъсирни ифодалайди. Бу қонунни кашф этганлиги учун Г. ГАЛИЛЕЙ 1633 йил 22 июнда, католик дини ҳукмдори-Рим папасининг ҳукми билан ўлим жазосига маҳкум этилади. Чин кўнгилдан тавба ҳамда черковдан кечирим сўраб, бу фикр нотўғрилигини тан олгандан кейин, ўлим жазоси бир умрлик сургунга алмаштирилган эди. Лекин шундай гаплар борки, Галилейни сургунга олиб кетаётганда, у соқчиларга-“ Ер барибир айланадику”-деган экан. Соқчилар эса ўзларини эшитмаганга олган экан. (Арастунинг фикри бўйича Ер жойидан қимирламаган. Қуёш ва юлдузлар унинг атрофида айланган). Шу билан Галилей умрининг охиригача сургунда бўлган ва 1642 йил вафот этган. Худди шу йилларда (1643 йил) Исаак Ньютон туғилган. Хўш, нима учун католик дини бу қонундан шунчалик хавфсирашган?

XVII-XVIII асрларда, ўта қолоқ Россиянинг ривожланишида буюк Пётр I нинг хизмати жуда ҳам катта бўлган. У шахзодалик пайтидаёқ, халқнинг ночорлигини, уларнинг яшаш шароити ўта пастлигини кўрган ва қандай қилиб мамлакатни бу ботқоқликдан қутқариш мумкинлиги ҳақида кўп ўйлаган. Шу ўринда, Россиянинг буюк давлатлар қаторига кўтарилишида Исаак Нютоннинг ҳиссаси борлигини алоҳида айтиб ўтиш лозим. 11 январ 1698 йили 26 ёшли шахзода Пётр I Лондонга келиб, И.Нютон билан учрашади (И.Нютон ўша даврда Англия давлатининг монета (танга пул) чиқарувчи корхонасининг раҳбари бўлган). Олим билан суҳбатдан сўнг, **Пётр I Россияни келажакда буюк давлатлар қаторига қўшилишининг бирдан-бир йўли механика ва математикани ривожлантириш орқали техникани тараққий эттириш лозим эканлигини тушуниб етган.** И.Нютоннинг тавсиясига кўра, Европалик бир неча ёш механик ва математик олимларни Россияга олиб келиб, уларга Европа миқёсида энг яхши шароитлар яратиб беради. **Немис олими Г.Лейбниц (1646-1716) Пётр I нинг илтимосига кўра, ўта қолоқ (ҳамда қашшоқ) Россия учун маориф ва мамлакатни бошқариш лойиҳасини ишлаб чиқади. Бу лойиҳани тадбиқ этган Пётр I, Россия давлатини жаҳонга танилган Европа олимларнинг маслаҳатларига таянган ҳолда бошқариб, тез йилларда Россияни империя даражасига кўтарди.** Шу муносабат билан 28 январ 1724 йилда Россия Фанлар Академиясига асос солинди. Петербург (1724й) Фанлар академияси Лондон (1660й) ва Париж (1666й)дан кейинги Европада очилган 3-академия ҳисобланади. Германиянинг ўзида эса Фанлар академияси Россиядан 20 йил кейин 24 январ 1744 йили очилган.

Энди механика фанини кенг қамровли ва мукамал ўрганиш учун ёзилган китоб ҳақида тўхтайлик. Ушбу И.В.Мешчерскийнинг “Назарий механикадан масалалар тўплами” китоби биринчи марта 1914 йилда чоп этилган. Хабарингиз бор, биринчи жаҳон уруши шу йилда бошланган бўлиб, унда чор Россияси ҳам иштирок этаётган эди. Ҳарбий саноати анча пассив чор Россия чоркалонлари зудлик билан Петербург Фанлар Академиясига мурожаат қилиб, аскарларни қайта тайёрлаш, ҳарбий аслаҳаларга, масалан, тўп отиш, мўлжалга текизиш масалалари анчайин муаммо бўлаётгани ҳақида хабар берган. Масалан, денгизда сузаётган иккита ҳаракатдаги кемаларнинг бирдан отилган тўпнинг ўқи душман кемасига бориб тегиши учун, тўп стволини неча градусга кўтариш керак? Ҳаттоки 0,01 градусга адашиш ҳам мақсаддан йироқлаштириши мумкин эди! Академиянинг математик ва механиклари И.В.Мешчерский бошчилигида жадал ҳаракат-

лар қилиб, механика дунёсидаги энг зўр китобни-ҳаётда учрайдиган жамики механика масалаларидан ташкил топган асарни дунёга келтирганлар ва шу қўлланма орқали аскарлар қайта тайёрланган. Энг қизиқ томони шундаки, бу китобдаги масалаларни дунёда биринчи бўлиб, ўша даврдаги Россия давлатининг душман томони немислар ўз тилларига таржима қилиб, унинг ечимини китоб шаклида чоп эттиришган.

Бу китоб шу вақтгача 36 марта қайта-қайта нашрдан чиқарилган, дунёнинг деярли барча тилларига таржима қилинган. Ҳар бир нашрига кўзга кўринган етукли механик олимлар томонидан ўзгартиришлар киритилган: бир қанча масалалар, янги параграф ва боблар билан тўлдирилган, мазмунан эскирган масалалар олиб ташланган. Ҳозирги замонавий техника тараққиётини акс эттирувчи кўпдан-кўп масалалар билан бойитилган. У ҳозирги кунга қадар олий техника ўқув юрғларининг барча йўналиши бўйича “Назарий механика” фанининг амалиёт дарсларида асосий ўқув қўлланма сифатида фойдаланиб келинмоқда.

Ўзбекистон ўзининг бой тарихий мероси, улкан интеллектуал салоҳияти ва бетакрор миллий кадриятлари билан жаҳон ҳамжамиятида юксак мавқе ва эътиборга эга бўлган, тарихий илдишлари теран мамлакатлардан бири ҳисобланади.

Ҳар бир жамият ўз аъзоларининг етуклиги, баркамоллиги, салоҳияти билан фахрланади, чунки фозил инсонлари кўп бўлган жамият ҳам моддий, ҳам маънавий жиҳатдан гуллаб яшнайди. Миллатнинг чин фарзанди ўтмишига суяниб, келажакга ишониб яшайди. Аждодларимиз қолдирган бой маънавий-маърифий меросдан фахр туйғусини ҳис этган ҳолда уларнинг муносиб ворислари бўлишга интилиш, илм-у фанимиз ривожини ва истиқболни тўғрисида қайғуриб, ёшларни ҳақиқий ватанпарвар, зукко ва ҳар бир муаммони еча оладиган, билимдон қилиб тарбиялаш ҳар биримизнинг бурчимиздир.

Мамлакатимизнинг келажакда буюк давлатлар қаторига қўшилишининг асосий йўллари билан бири механика ва математикани ривожлантириш, ҳамда улар асосида техникани тараққий эттириш лозим эканлигини барчамиз тушунамиз. Механиканинг ҳаётга ва ҳозирги илм фанга тадбиқи жуда ҳам бекиёс. Масалан: қурилишда, автотранспортда, самолётсозликда, ҳарбий саноатда, медицинада ва ҳоказо. Ҳаммамизга маълумки, механика фани фикрлашни ўргатадиган фан сифатида тан олинган.

Ҳозирги вақтда Республикаимизнинг ҳар бир вилоятида, ҳар бир туманида, керак бўлса ҳар бир қишлоғида шундай бино-иншоотлар қурилаяптики, уларнинг эгасига бус-бутин тайёр қилиб, топшириш учун чуқур механикавий

билим кераклилигини барчамиз тушунамиз.

Ватан равнақи кўп жиҳатдан мамлакатда саноатнинг ривожланишига боғлиқ. Саноатнинг ривожланиши эса техниканинг мукамал эгалланиши билан ўлчанади, деб айтсак янглишмаймиз. Техникани мукамал ўзлаштириш учун механика ва унинг қонунларини яхши ўрганиш керак. Шу сабабли, ўз келажагини муҳандислик касби билан боғлаган ҳар бир талаба, барча муҳандислик фанларининг асоси ҳисобланадиган механика фанини ўрганишга мажбурдирлар.

#### Адабиётлар:

УЎК 72.035

### ҚАДИМГИ МИСР ВА ГРЕЦИЯ ОЛИМЛАРИНИНГ ГЕОМЕТРИК ВА ТАСВИРЛАШ УСУЛЛАРИДАГИ ИЗЛАНИШЛАРИ

Мухитинов А.Б., катта ўқитувчиси; Мухитинов А.А., ассистенти  
Жиззах политехника институти

Ушбу мақолада Геометрия фани тарихига тегишли адабиётларни ўрганиб чиқилиб фаннинг пайдо бўлиши ва жойи ўрганилади. Фанга асос солган олимларни изланишлари ёритилади.

**Калит сўзлар:** Геометрия, квадрат, учбурчак, айлана, тўғри бурчак, кесма, тўғри чизик, техника, бурчак, механика.

В данной статье рассматривается литература по истории геометрии, происхождению и местонахождению науки. Исследование ученых, которые основали науку, выдвигается на первый план.

**Ключевые слова:** геометрия, квадрат, треугольник, круг, прямой угол, разрез, прямая линия, методика, угол, механика.

This article examines the literature on the history of geometry and the origin and location of science. The research of scientists who founded science is highlighted.

**Keywords:** Geometry, square, triangle, circle, right angle, incision, straight line, technique, angle, mechanics.

Геометрия фанини пайдо бўлишидан бошлаб у математика, механика, физика, астронимия фанлари билан биргаликда техника ва тасвирий санъатнинг назарий асосларини ишлаб чиқишга катта таъсир кўрсатган.

Геометрия фани тарихига тегишли адабиётларни ўрганиб чиққанда бу фаннинг пайдо бўлиш жойи ва вақти аниқланмаган. Қадимги Грецияда бу фан Мисрда пайдо бўлган деб ҳисобланади. Аммо Вавилонликлар ва Хитойликлар фазовий геометрик шакллар тўғрисида Қадимги Мисрликлардан кам ишлар қилмаганлар. Хитойликларнинг «Чупей» номи трактатида математикадан қизиқарли маълумотлар келтирилган.

Трактатнинг биринчи қисми XII-XI (э.а.) асрларда ёзилган. Қадимги Мисрда аниқ геометрик билимларни биринчилар қаторида Ахмес берган. Ахмес асосан ер майдонларини ўлчаш билан геометрик масалаларни ечилишни келтиради. У барча ҳисоблашларни тақрибан бажарган. Бундан ташқари у пирамидаларни ва бошқа содда жисмларни ҳисоблаш билан шуғулланган. Мисрликларнинг бу содда ҳисоблашларини геометрия деб бўлмади. Чунки унда теорема ва унинг исботи ёки аксиомалар ва пастулатлар мавжуд бўлмаган.

1. Мирзиёев Ш.М., Буюк келажагимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан бирга курашимиз. Т., “Ўзбекистон”, 2016й, 486 бет.

2. Мирзиёев Ш.М., Қонун устуворлиги ва инсон манфатларини таъминлаш юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигини гарови Т., “Ўзбекистон” 2016 й. 47 бет.

3. Shoobidov Sh.M., Xabubullayeva X.N., Fayzullayeva F.D Nazariy mexanika (statika, kinematika) o'quv qo'llanma T. “Yangi asr avlodi” 2008.

4. M.M. Mirsaidov, A.L. Voymurodova, N.T. Llyosova, «Nazariy mexanika», T.: ~Cho'lpon” 2009 y.

Қадимги грек олимларидан энг машхурларининг баъзи бир геометрик тадқиқотлари тўғрисидаги қуйидаги айрим маълумотларни келтирамиз.

**Миллетлик Фалес (624-547 э.а.)** Грецияда геометриянинг асосчиси ва қадимги егги доғнишмандларнинг бири ҳисобланади. У ўзининг биринчи маълумотини Мисрда олган. Сўнгра Грециянинг Милет шаҳрига келиб геометрларнинг Ионийлар мактабини ташкил қилди ва илмий геометрияга асос солди.

Фалес биринчилардан бўлиб табиёт ҳақида фикр юритган. Қуёш тугилиши ой билан тўсилиши туфайли юз беришини биринчи бўлиб Фалес англаган. Айлана диаметри уни тенг иккига бўлишини исботлаб берган. Фалес Миср эҳромларининг баландлигини уларнинг соясига қараб ўлчаган. Унинг қуйидаги асарлари маълум: «Қуёшнинг ҳаракати ҳақида», «Тенг кўплик ҳақида». Унинг замондошлари «Фалсафа Фалесдан бошланади, у биринчилардан эди» дер эдилар.

Фалеснинг геометрия соҳасидаги ишлари ҳам жуда кўп. Шулардан бири Фалес теоремаси бўлиб у ҳозирги кунда ҳам умум таълим мактаб ўқувчиларига ўқитилади ва бу теорема асосида планометриянинг кўпгина қоидалари

исботланади.

**Пифагор Самосский (580-500 э.а.)** Фалеснинг шогирди ҳисобланади. Пифагор геометрия фани билан боғлиқ бўлган биринчи тарихий шахслардан бири бўлган грек олимидир.

Пифагор узоқ вақт давомида Мисрда олган. Зардуштлиқ динига жуда қизиққан. У Мисрда илм сирларини ўрганиш учун ҳатто хатна қилдиришга ҳам рози бўлган. Акс ҳолда уни китобларга яқинлаштирмасди. У Миср ва Ҳиндистон сафаридан сўнг Италияга келиб ўзининг машҳур мактабига асос солади. Пифагор ва унинг ўқувчиларига геометрия фанидаги кўпчилик кашфиётлар тегишлидир.

Пифагорнинг куйидаги асарлари мавжуд: «Табиёт ҳақида», «Давлат ҳақида», «Тарбия ҳақида», «Жон ҳақида», «Олам ҳақида», «Илоҳий калом».

Пифагор Самосский Эгей денгизи соҳилидаги ўзи туғилган Самос оролини ҳукмдори зулмига норозилик аломати сифатида тарк этади ва егук 40 ёшларида Италия жанубидаги Кротон шахрига бориб қолади.

Пифагор ҳар нарсани билишга уринадиган фикрли олим ва биринчи кашфиётчилардан ҳисобланади.

Пифагор таълимотиغا Шарқ фалсафаси ва дини катта таъсир кўрсатади. У Шарқ мамлакатлари бўйлаб кўп саёҳатда бўлди: Миср ва Вавилонда бўлади. У ерда Пифагор Шарқ математикаси билан танишади.

Пифагор яшашга доир масалаларни ривожлантиришга катта ҳисса қўшган Пифагор ва унинг ўқувчилари ўша замонда интуитив қоидаларни тўплашга асосланган геометрик маълумотлар ўрнига ақлга тўғри келадиган исботлар асосида мантиқан тўғри тузилган ҳақиқий геометрияга катта ҳисса қўшдилар. Пифагор номи билан тўғри бурчакли учбурчакда унинг гипотенузасининг квадрати катетлар квадратларининг йиғиндисига тенглиги исботланган. Пифагор ва унинг ўқувчилари бу теоремани шаклларининг ўзаро тенглигига доир геометрик яшашлар асосида исботлаганлар. Бундан ташқари Пифагор бирқанча бошқа янгиликлар ҳам яратган улардан куйидагиларни келтириш мумкин.

1. Учбурчакнинг ички бурчакларининг йиғиндисига  $180^\circ$  га тенглиги:

2. Пифагор яшаш жараёнида муҳокама усули орқали текисликни тенг учбурчаклар, квадратлар, мунтазам олти бурчаклар билан тўлдириш мумкинлигини келтирган.

3. Квадрат тенгламани геометрик усул билан ечишни кўрсатган.

Пифагор куйидаги яшашга доир масалаларни ҳам ечган:

1. Берилган икки кесмага ўрта пропорционал бўлган кесма яшаш.

2. Берилган кесмага шундай параллело-

грамм ясалсинки, у берилган параллелограмм ва унинг бурчакларига тенг бўлсин.

3. Пифагор ва унинг ўқувчилари мунтазам беш бурчак яшаш ҳамда 3,4,6,8,10,16 тенг томонли кўп бурчаклар яшаш масаласи билан шуғулланганлар. Аммо улар 7,9,11 бурчакли мунтазам кўп бурчакларни ясай олмаганлар.

Пифагор биринчи бўлиб сонларни жуфт ва тоқ, туб ва мураккаб сонларга ажратди. Фигуралар сон тушунчасини киритди. Унинг мактабида Пифагор сонлари дейиладиган натурал сонлар тўла, қараб чиқилган. Ҳар бир учликдаги сонлардан бирининг квадрати қолган иккитаси квадратларининг йиғиндисига тенгдир. Геометрияда исботлашларни мунтазам қўллаш билиш, тўғри чизикли фигуралар планометриясини яратиш, ўхшашлик ҳақидаги таълимотлар Пифагорга тегишлидир. Арифметик, геометрик ва пропорциялар, ўрта қийматлар ҳақидаги таълимотларни ҳам Пифагор номи билан боғлиқдир.

**Платон (427-347 э.а.)** Пифагорнинг шогирди ҳисобланади. Платон ўзидан олдинги устозлари каби Миср математикасини ўрганиб сўнгра Италияга Пифагорчилар мактабига келади. У Афинага келиб янги илмий мактабни бошқарди. Бу мактабда у геометрия фанига аналитик усулни қўллади. Геометрик усуллар билан конус кесимларини киритади. Платон шогирдларининг бу кашфиётлари шу пайтгача маълум бўлган элементар геометрия деб номланувчи фан ўрнига янги геометрия фани пайдо бўлди.

Геометрик яшашларга доир масалаларни ҳал қилишда Платоннинг хизматлари катта у Афинадаги «Академия»нинг асосчиси ҳисобланиб, бу академияда фалсафадан 20 йилдан ортиқ дарс берган. Афина шаҳарининг кўркем боғларидан бирига жойлашган «Академия» биносининг кириш қисмига Платон «Жим геометрияни билмаса бу бинога кириши мумкин эмас» деб ёзиб қўйдирган.

Ўша даврнинг кўпгина математик-тарихчилар Платонга геометр сифатида унга юқори баҳо берилган деб ҳисоблайдилар. Тарихчи олимлар Диоген ва Лаэруий (III-IV э.а.) ҳамда Прокл (412-485 э.а.)лар Платоннинг геометрия соҳасидаги ажойиб ишлари мавжудлигини келтирадидилар. Улар куйидагилардир:

1. Тўғри бурчакли учбурчакнинг томонларини рационал сонлардан иборат бўлиш усули.

2. Берилган икки кесмага ўрта пропорционал бўлган учунчи кесмани аниқлаш масаласини механик усулда асбоб ихтиро қилган.

3. Планометриядан анча орқада қолган стереометрияни ривожлантирган.

4. Пифагорчилар мактаби бошлаган иррационал микдорлар назариясини тўлдирган.

5. Геометрик масалаларни мантиқ назарияларини қўллаш билан фойдаланиб ечишни тав-

сия қилган.

#### Адабиётлар:

1. Топилдиев В. Таълим ва тарбия жараёнларини ташкил этишнинг меъёрий-ҳуқуқий асослари. - Тошкент: "Университет". 2015. – 245б.

2. ДУЕТ-Девелопмент оф Узбекистан энглиш Теачерс\*- 2-том. СД ва ДВД материаллари, Тошкент.: 2008.

3. Подласый И.П. «Продуктивная педагогика». Москва : «Народное образование», 2003 г.

## ИНТЕГРАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА С ОБРАЗОВАНИЕМ НА ПРИМЕРЕ КЦ «КНАУФ-СамГАСИ»

**Куртаметов С. Э.** - старший преподаватель Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт.

В статье рассматривается создание и деятельность учебно-консультационного центра КНАУФ СамГАСИ как один из положительных примеров интеграции производства с образованием.

The article considers the creation and operation of the educational and consulting center KNAUF SamGASI as one of the positive examples of the integration of production with education

Maqolada KNAUF SamGASI o'quv va maslahat markazining tashkil etilishi va faoliyati ishlab chiqarishni ta'lim bilan integratsiyalashuvining ijobiy namunalaridan biri sifatida ko'rib chiqiladi

Учебно - консультационный центр «КНАУФ-СамГАСИ» был открыт в сентябре 2014 года по инициативе ректора института С.И. Ахмедова, при поддержке ИП ООО «КНАУФ Гипс Бухара», в частности, его Генерального директора Д.А. Дерипалко, в рамках реализации Соглашения о сотрудничестве № 1/14 от 8.01.2014 г.

Деятельность Центра сертифицирована.

Основной целью деятельности Центра является обучение студентов и других категорий обучающихся (проектировщиков, строителей, ИТР, преподавателей системы специального профессионального образования) теоретическим знаниям и практическим навыкам производства отделочных работ на базе передовых технологий комплектных систем KNAUF и подготовка квалифицированных специалистов для решения задач строительного комплекса и народного хозяйства Республики Узбекистан.

Центр функционирует при кафедре «Технология и организация строительного производства» СамГАСИ.

С целью кадрового обеспечения учебного процесса 6 сотрудников кафедры прошли специальные курсы подготовки в ИП ООО «КНАУФ Гипс Бухара» и имеют соответствующего образца сертификаты. Из них, - два доцента и два старших преподавателя, имеющие ученую степень кандидата технических наук.

Аудиторный фонд Центра включает аудиторию для проведения лекционных занятий площадью 30 кв.м., зал для проведения практических занятий площадью 60 кв.м., раздевалки площадью 20 кв.м. и кабинет мастера обучения площадью 11 кв.м. Отмеченные помещения имеют внутреннюю отделку с использованием

комплектных систем KNAUF, выполненную силами СамГАСИ.

Зал для проведения практических занятий оборудован двумя учебными стендами для отработки «сухих» и «мокрых» процессов, стеллажами для инструментов и комплектующих изделий и материалов.



Учебный стенд для отработки «сухих» процессов



Плакаты и наглядные пособия в лекционной аудитории

Аудитория для проведения лекционных занятий оборудована компьютерной техникой с современным программным обеспечением, многофункциональным принтером, скан-проектором и экраном для проведения презентаций

С целью обеспечения учебного процесса, отмеченные помещения оборудованы наглядными пособиями, плакатами, муляжами, трансформерами, учебно-рекламными вывесками и пр.

Парк различного ручного и электроинструмента составляет 53 единицы.

Отмеченное материально-техническое обеспечение Центра было передано со стороны ИП ООО «KNAUF Гипс Бухара» на безвозмездной основе.

Кроме того, для обеспечения учебного процесса со стороны ИП ООО «KNAUF Гипс Бухара» на безвозмездной основе ежегодно передаются различного рода расходные материалы, включая листовые материалы, профили, комплектующие изделия и комплекты спецодежды.

В частности, в прошедшем 2019 году со стороны ООО «KNAUF Гипс Бухара» была осуществлена спонсорская помощь в размере 14 602 000 сум, в рамках которой получено 20 единиц расходных материалов, оборудования, инструментов и комплектующих.

Центр в достаточной степени обеспечен необходимой учебно-методической литературой – учебниками, пособиями, методическими указаниями, брошюрами, альбомами чертежей и пр. Причем, отмеченное учебно-методическое обеспечение имеется как в бумажном, так и в электронном формате (на русском и узбекском языках в латинском алфавите).

Видеофонд включает 25 комплектов учебно-рекламных фильмов на CD.

При открытии Центра со стороны ИП ООО «KNAUF Гипс Бухара» было передано 70 единиц отмеченной учебно-методической литературы, а в 2017 году библиотечный фонд был пополнен ещё 200 экземплярами базового учебно-методического пособия по комплектным системам KNAUF (на узбекском языке в латинской графике), также переданным на безвозмездной основе.

Кроме того, профессорско-преподавательским составом кафедры разработаны и ежегодно обновляются Учебно-методические комплексы (УМКД) на русском и узбекском языках, которые в соответствии с современными требованиями вносятся в образовательную online систему MOODLE.

Начиная с 2014 года дисциплина «Применение технологий современных строительных материалов (комплектные системы KNAUF)»

включена в рабочие учебные планы по направлениям образования 5340200 – «Строительство зданий и сооружений» и 5340500 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Разработаны соответствующие типовые и рабочие программы, а также соответствующие УМКД.

Учебный курс с общим объёмом аудиторных занятий в 72 часа включает 30 часов лекционных и 42 часа практических занятий.

Студентам, показавшим по результатам обучения знания на уровне «отлично» и «хорошо», выдаются соответствующего образца сертификаты.

Так, в 2014-15 учебном году в Центре прошли обучение 143 студента, 78 из которых выданы сертификаты.

В 2015-16 учебном году прошли обучение 177 студентов, 52 из которых получили сертификаты.

В 2016-17 учебном году прошли обучение 215 студентов, 72 из которых получили сертификаты.

В 2017-18 учебном году прошли обучение 95 человек, 55 из которых получили сертификаты.

В 2018-19 учебном году прошли обучение 261 человек, 88 из которых получили сертификаты.

Таким образом, за период деятельности Центра с 2014 г по настоящее время в нем прошли обучение 891 студента, 345 из которых получили сертификаты.

В июле 2017 года, в соответствии с предварительной договорённостью с представителями ИП ООО «KNAUF Гипс Бухара» (директором Ташкентского филиала Ш.Р. Абдужамиловым, начальником информационно-технического центра С.С. Саидрасуловым и заведующим учебным кабинетом С.С. Атаевым), был проведен конкурс дипломных проектов студентов, выполненных в 2017 году с применением комплектных систем KNAUF. Участники конкурса занявшие призовые места, а также руководители дипломных проектов получили ценные подарки.

Также в легнее время ежегодно организуются учебные курсы для проектировщиков и строителей.

Так в 2017 году прошли обучение и получили сертификаты 35 человек;

в 2018 году прошли обучение и получили сертификаты 20 человек;

в 2019 году прошли обучение и получили сертификаты 20 человек.

Деятельность Центра и сами комплектные системы KNAUF презентуются и рекламируются при проведении в СамГАСИ различного рода научных конференций, встреч, экскурсий

и общественных мероприятий, а также в профориентационной работе.

В 2015 году учебный центр «KNAUF-СамГАСИ» посетила начальник образовательных программ компании КНАУФ по СНГ Парикова Елена Владимировна. Она отметила высокое качество и содержание учебных программ Консультационного Центра «KNAUF-СамГАСИ».

Таким образом можно сказать, что открытие Консультационного Центра «KNAUF-СамГАСИ» решило две задачи:

- Первая – студенты СамГАСИ, а также строители и проектировщики города Самарканда получили возможность изучить номенклатуру продукции компании КНАУФ, а также технологию работы с комплектными системами КНАУФ.

- Вторая – компания КНАУФ проводит адресную рекламу непосредственно среди потребителей ее продукции - дизайнеров, строителей, проектировщиков.

В отношении некоторых планов дальнейшего развития сотрудничества и перспектив деятельности Консультационного Центра «KNAUF-СамГАСИ» можно отметить следующее:

- разработка и утверждение соответствующих программ, организация курсов и проведение обучения слушателей функционирующих при СамГАСИ курсов переподготовки и повышения квалификации преподавателей системы среднего специального образования;

- организация и проведение специальных курсов обучения для проектировщиков, инженерно-технических работников и строителей.

UO‘K:378.2(075)

## МУҲАНДИСЛИК ГРАФИКАСИ ФАНИНИ ЎҚИТИШ МЕТОДОЛОГИЯСИ ВА ХУСУСИЯТЛАРИ

**Жўланов Исоқ, Айнакулов Хусниддин, Назаров Ортик**

Жиззах политехника институти

“Муҳандислик графикаси” фанларини ўқитиш методологияси бакалаврият талабалари учун мақола сифатида тавсия этилган бўлиб, унда умумтаълим мактаблари, КХК ва ОЎЮларида чизма геометрия, чизмачилик ва муҳандислик компьютер графикаси фанларининг дарс ва машғулотларини мақбул ташкил қилиш, ўқувчи ва талабалар онгида бу фанлардан батафсил ва чуқур тушунча, кўникма ва малакаларни шакллантириш, яъни пухта билимлар бирлигини энг самарали ўқитиш методларини танлашда ёш педагог ва бўлажак ўқитувчиларга ёрдам беришни асосий мақсад қилиб белгилайди.

**Калит сўзлар:** муҳандислик графикаси, педагогик технология, инновацион метод, методология, ахборот технологиялари.

Методика преподавания инженерной графики рекомендуется в качестве статьи для студентов бакалавриата, которая обеспечивает всестороннюю и глубокую организацию уроков и занятий по графической геометрии, рисованию и инженерной компьютерной графике в средних школах, колледжах и университетах. Основная цель - помочь молодым учителям и будущим учителям развить идеи, навыки и компетенции, то есть самое эффективное преподавание единицы глубоких знаний.

**Ключевые слова:** инженерная графика, педагогическая технология, методология инноваций, методология, информационные технологии.

The methodology for teaching Engineering Graphics is recommended as an article for undergraduate students, which includes a comprehensive understanding of these disciplines, including graphic geometry, drawing and engineering computer graphics classes at secondary schools, colleges and universities. The main goal is to assist young teachers and future teachers in the development of skills and competencies, that is, the most effective teaching of the unit of knowledge medicines.

**Keywords:** engineering graphics, pedagogical technology, innovation methodology, methodology, information technology.

Замонавий ахборот технологиялари ва воситалари муҳандислик графикаси фанлари ўқитувчиларидан малакали мутахассис бўлиш билан бирга, улардан ўқитишнинг янги педагогик технологиялари ва инновацион методларини ўқув жараёнига унумли қўллаш олишини ҳам тақозо этади. Яъни улардан ўқитиш мақсадининг аниқ тасавури ва унга эришиш йўллари ҳамда воситаларини билиш талаб этилади.

Магистратура ва бакалаврият талабалари-

нинг муҳандислик графикаси фанлари билимлар бирликларини ўзлаштиришига ва келажакда уларнинг педагогик фаолиятларида қўллашга ёрдам бериш «Муҳандислик графикаси фанини ўқитиш методологияси» фанининг асосий вазифаси бўлиб, унга қуйидагилар кирди:

1. Муҳандислик графикаси фанлари мавзурларининг узвий боғланган холда мақбул лойиҳалаш ва улар бўйича ўқитиш материалларини ишлаб чиқиш;

2. Муҳандислик графикаси фанларини ўқишнинг энг самарали услуб ва воситаларини белгилаш;

3. Муҳандислик графикаси фанларидан ўқувчи ва талабаларнинг кафолатли ўзлаштириш услублари аниқлаш.

Агар тарихга назар ташланса, қадим қадимдан чексиз коинотда жойлашган Ер қуррасида инсонлар ўзининг ҳаётий фаолиятида борлиқни ўрганиб, билганларини бошқаларга ўргатиб ва ўз билимларидан амалда мақсадли фойдаланиб келган. Шу ўринда қуйидаги мисралар инсонларга хосдир:

Бўлса-да борлиқда чексиз кичик бир зарра  
Борлиқни ўрганар кам деганда, етти карра!

Ҳа, ҳақиқатда ҳам шундай! Биз озгина таълим ва тарбия беришни, яъни ўқитиш-ўргатиш жараёнининг келиб чиқиши ва ривожланиши тўғрисида дастлабки фикр ва мулоҳазаларни юритсак.

Ибтидоий жамиятда инсонлар ўзларини, оила аъзоларини ва жамоани англаб етгунга қадар дастлабки тарбияни ота-оналари ва атрофдаги яқинларидан олганлар. Сўнгра улар борлиқни идрок этиб уни ўргана бошлаган. Секин аста уни таркибини, тузилишини, қоида ва қонунларини билиб борган. Улар оиладан, жамоадан, табиатдан ва бутун борлиқдан йиллар давомида олган билим ва тарбияларини шакллантириб ҳамда идрок этиб, ўзларида улардан пайдо бўлган тушунча, кўникма, малака ва тажрибаларини бир-бирларига, айниқса ёш авлодга ўргата бошлашган. Бу жараён асрлар оша ибтидоий жамиятдан ҳозирги кун фани ва техникаси тараққиёти давригача давом этиб келган. Бу жараён ҳозирги куннинг долзарб муаммоси бўлибгина қолмай, у келгусида ҳам шундай муаммо бўлиб давом этади.

Авлоддан-авлодга ўтиб келаётган ўргатиш, яъни ўқитиш жараёни ривожланиб, ижтимоий, табиий ва техник соҳаларга ажрала бошлаган. Улар эса, ўз навбатида педагогика, чорвачилик, деҳқончилик, ҳунармандчилик, фалсафа, жамиятшунослик, қурилиш, енгил ва оғир саноат, кemasозлик, машинасозлик, самалётсозлик, косманавтика ва замонавий ахборот технологиялари каби соҳаларга ва уларга оид фанларни шаклланишига олиб келган.

Мадомики шундай экан, ҳар бир шаклланиган фан инсоният тарихида жамият ва техника тараққиётида муҳим ўрин тутади ҳамда уларнинг ривожланишида асосий омиллардан бири ҳисобланади.

Асрлар давомида ўқитиш жараёни ривожланиб, қатор ўқитиш методикаси-услугларини шаклланишига олиб келган ва у узлуксиз давом этиб келади. Аввалига тарбиявий, ҳаётий, шарий ва табиий билимлар бирлиги оғзаки-эшиттириш, яъни эшитиш ҳамда уларни ёд олиш усулида-методида, оилада ота-оналардан

фарзандларига бериб ва назорат қилиниб келинган. Шунингдек, фарзандлар эшитиш ҳамда эшитиб тарбия олишлари билан бир қаторда, ота-оналаридан шахсий ўрнак олиб, яъни кўриб ва кузатиб ҳам тарбия ва билим олганлар. Кейинчалик ўргатиш жараёни ёзув ва китоблар пайдо бўлгач, оғзаки ва ёзма ҳамда ёдлаш, яъни эшиттириш, кўрсатиш ҳамда ўрганувчини ёзиб олиши ва асосий қоидаларни ёд олиши, яъни ўқув жараёнига унинг фаол иштирок этиш усули-методикаси асосида оилада ота-оналар ва мактабда ҳамда устахоналарда ўқитувчилар ҳамда устозлар кўмагида ўқитиш жараёни амалга оширилган ҳамда ривожланиб келган. Бунда ҳар доим ўқитиш жараёнида ўрганувчиларнинг олган билимлари, ўргатувчилар томонидан назорат қилиб келинган.

Бундай анъанавий ўқитиш методикаси, ҳозирги замон ўқитиш жараёнининг асосий таркибий қисмини ташкил этади.

Бир сўз билан айтганда, ўқитиш жараёни бир-бири билан узвий боғланган қуйидаги бир-бирдан ажралмас таркибий қисмлардан иборат бўлади:

1. **Нимани ўргатишдан**, яъни инсонлар томонидан асрлар давомида тўпланган билимлар бирликлари тўпламини ўргатишдан;

2. **Қандай ўргатишдан**, яъни унга зарурияти бўлганларга ва толиби илмларга бу билимлар бирлигини оддийдан мураккабга ўқитишнинг илмийлилик, узвийлилик, амалийлик, кўрсатмаллик, ёшига ва билимига нисбатан тушунарлик, хотирада сақлашлик каби дидактика тамойилларга ёндошиб, замонавий ахборот ресурсларига асосланган янги педагогик технологиялар ва инновацион ўқитиш методлардан ўргатишдан;

3. **Қандай назорат қилишдан**, яъни ўқувчи ва талабалар олган билимларининг ўзлаштиришини аниқлаш методларини ишлаб чиқиб, уни ҳолисона ҳамда ҳаққоний ўтказиб назорат қилишдан.

Демак, ўқитиш жараёнинг мақсади ва вазифаси асрлар давомида инсонлар томонидан тўпланган ва тажриба синовлардан ўтган тарбия ва билимлар тўпламини яратишдан, ҳамда унга зарурияти бўлганларга, ўқувчи-шогирдларга уларни ўргатиш-ўқитиш ва назорат қилиш методлари-услугларини устозлар томонидан ишлаб чиқишдан иборат бўлади.

Ўқитиш жараёнинг бундай учта таянч устунлари-қисмларининг бир-бири билан ўзаро узвий боғлиқлари ва ўқитишнинг янги воситалари асосида тўлдирилиб ва тахрирланиб келинади, яъни даврдан-даврга уларнинг ривожланиши мутонасиб равишда кечиб боради. Бундай анъанавий ўқитиш услуби ва методлари, ҳозирги замон ўқитиш жараёнининг асосий таркибий қисмини ташкил этади.

**Адабиётлар:**

1. Чичерина Я.Е., Нуркелдиева Д.А., Якубжанова Д.Б. “Мутахассислик фанларини ўқитиш методикаси”.
2. Сапаев У.А. “Чизма геометрия мактаб чизмачилик дарсларида компьютер графикасидан фойдаланиш методикаси.”
3. George Young. Descriptive geometry. The Macmillan Company. New York, 2013.
4. Pare E.G., Loving R.O., Hill L.L., Pare R.C. Descriptive geometry. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, 1997.
5. Engineering Drawing by M.B.Shah, B.C.Rana, D.Kendersley. Delhi, 2009.
6. Murodov Sh., Xakimov L., Xolmurzayev A., Jumayev M., To'xtayev A.. Chizma geometriya Iqtisod – moliya 2006.
7. Finkelstein E., Ambrosius L. AutoCAD 15 J.Wiley&Sons Inc. Indianapolis, 2014.

## ФАН САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШ ИНДИКАТОРЛАРИ

**Тошболтаев М.**, т.ф.д., профессор, ҚХМЭИ,  
**Игамбердиев Х.Х.**, т.ф.н., доцент, ЖизПИ

Мақолада фан самарадорлигини баҳолаш индикаторлари шу жумладан фан самарадорлигини белгиловчи индикаторлар гуруҳлари, илмий ходимлар индикаторларининг туркумлари ва гуруҳлари, инновацион индикаторларнинг гуруҳлари ҳақида маълумотлар келтирилган.

**Калит сўзлар:** Индикатор, тадқиқот, лойиҳа, инновацион, фундаментал, илмий ходим, техник экспертиза, ихтиро, экспорт, импорт.

В статье рассматриваются показатели эффективности науки, в том числе групповые показатели эффективности, информация о категориях и группах показателей научных кадров, инновационные показатели помогают оценить эффективность научных исследований и науки в целом.

**Ключевые слова:** Индикатор, исследование, проект, инновация, фундаментальность, техническая экспертиза, изобретение, экспорт, импорт.

The article discusses science performance indicators, including group performance indicators, information on categories and groups of indicators of scientific personnel, innovative indicators help to evaluate the effectiveness of scientific research and science in general.

**Keywords:** Indicator, research, project, innovative, fundamental, technical expertise, invention, export, import.

Маълумки, XX-асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб ривожланган мамлакатларда фанга иқтисодиётнинг асосий компоненти сифатида ёндашила бошланди. Ҳозирда дунёнинг жуда белгиловчи мезонга айланиб улгурган. Бу давлатларнинг дунёдаги лидерлиги ҳам кўп жихатдан уларнинг илм-фан соҳасидаги етакчилиги билан изоҳланади. Ҳар бир мамлакат, шу жумладан Ўзбекистон учун ҳам фан самарадорлигини кескин ошириш, илмий натижаларни ва фан-техника ютуқларини баҳолашнинг аниқ мезонларини ишлаб чиқиш “фан, таълим ва ишлаб чиқариш” тизими фаолиятини комплекс такомиллаштириш муҳим стратегик масалалардир. Бу масалалар фундаментал фанларга ҳам, амалий фанларга ҳам бирдай тегишлидир. Таъкидлаш лозимки, амалий фанлар ҳам, айниқса техника фанлари соҳасидаги тадқиқотларни ривожланиш даражаси иқтисодиётнинг ишлаб чиқариш секторларининг ҳолатларига боғлиқ бўлади, чунки саноат амалий тадқиқотлар ва технологик инновациялар натижаларининг асосий буюртмачиси ва истеъмолчиси ҳисобланади.

Тармоқ фанлари академик ва олий таълим муассасалари фанлари каби, “фан, таълим ва ишлаб чиқариш” тизими самарадорлигини белгиловчи муҳим компонентдир. Масалан, Россия Федерациясида тармоқ фанлари секторида академия институтлари ва олий таълим муасса-

саларига нисбатан илмий ва моддий ресурслар 1,5 мартага ортиқ, бажарилаётган илмий-тадқиқот ишлари ҳажми 2 баробар кўп. Шуни қайд этиш керакки, тармоқ фанларида ҳам истиқболли фундаментал тадқиқотлар кўплаб бажарилади. Фундаментал ва амалий тадқиқотларни комплекс равишда бажариш одатда муҳим янгиликка ва порлоқ истиқболга эга натижаларни олишга имкон беради.

Табиийки, фаннинг бошқа сфераларида бўлганидек, тармоқ фанида ҳам назарий ва амалий масалаларга бағишланган тадқиқот лойиҳаларини бажаришда шундай қийинчиликлар юзага келиши мумкин (масалан, маблағнинг етишмаслиги, сувсизлик ёки доимий ёғингарчилик), бунда кутилаётган натижани ўз муддатида олиб бўлмайди ёки натижа салбий бўлиб чиқади. Чунки масалаларни тўла ечилиш муддатлари ва талаб этиладиган маблағ микдорини олдиндан аниқ режалаштириш қийин. Шу боис баъзи бир муаммолар ёки масалалар бир амалий лойиҳанинг амал қилиш муддати (3 йил) да бажарилмай қолади. Бу ҳолда шу лойиҳанинг муаллифлари ечимлари тугалланмай қолган масалаларни охирига етказиш учун янги лойиҳани расмийлаштирадиган ва танловларга тақдим этадилар. Аммо афсуски, бундай янги лойиҳани танловлардан ўтиш эҳтимоли жуда паст. Чунки экспертлар аксарият ҳолларда “мавзу такрорланяпти” ёки “олдин молиялаш-

тириш” деган хулосалар билан лойиҳани салбий баҳолайдилар. Натижада масала ечилмасдан ёки чалалигига қолиб кетаверади. Бундай нохуш ҳолатлар юз бермаслиги учун фан ва амалиёт учун жуда долзарб, кутилаётган илмий аҳамияти юқори муаммолар ечимларига қаратилган тадқиқот лойиҳаларини республика бюджети томонидан узлуксиз молиялаштириш тартибини ишлаб чиқиш ва жорий этиш даркор.

Илмий тадқиқот самарасини объектив баҳолаш, молиялаштириш ҳажмини ошириш ёки уни батамом тўхтатиш масалалари эксперт баҳолаш мезонлари системасини тўғри танлашни ва қўлланилишига боғлиқдир. Зеро илмий-тадқиқот муассасалари ва яқка олимлар фаолиятининг натижавийлиги шу мезонлар ёрдамида аниқланади ва баҳоланади. Деъмак, фанометрик баҳолаш (русчада “наукометрическая оценка”-илм, фан соҳасида бажариладиган турли хил таққослашлар, солиштиришлар)ни ўтказиш стратегик ва оператив бошқариш механизмларни такомиллаштириш, фанга сарфланган бюджет маблағларининг самарадорлиги, миллий иқтисодиётнинг рақобатдошлигини ўсишида фан ҳиссасини кенгайтириш каби бир қатор ҳал қилиш орқали илмий тадқиқотлар соҳасида қабул қилинадиган бошқарув қарорларининг натижавийлигини ошириш имкониятларини яратади.

Кейинги йилларда Россия Федерацияси, Беларусь Республикаси, Украина, Қозоғистон каби МДХ давлатлари ва бир қатор хорижий мамлакатларда фанометрик масалалари, яъни илмий-тадқиқот, тажриба-конструкторлик ва технологик ишларни бажарувчи илмий муассасалар фаолиятининг натижадорлигини баҳолаш методлари ва методикаларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этиб бормоқда. Умуман бу методикалар кўйидаги асосий параметрларни қилишга қаратилган:

1) Сифатли нашр (монография ва илмий мақола)ларни нуфузли нашриётларда чоп этилган;

2) Илмий тадқиқотларга грантлар ёки буюртмалар орқали қўшимча маблағларни жалб қилиш (илмий муасса, лаборатория ёки алоҳида олимнинг вазирликлар, идоралар, корхоналар, мутахассислар ва тадбиркорлар томонидан тан олинганлигидан далолат беради);

3) Илмий ходимларнинг сифат таркиби-фалсафа докторлари ва фан докторларининг сони, уларнинг жами илмий ходимлар сафидаги улуши.

Тадқиқотчилик фаолияти натижадорлигини баҳолашга доир амалдаги ёндашувларда фан самарадорлигини баҳолашнинг кўйидаги индикаторлари (кўрсаткичлар)дан тез-тез фойдаланилади. (1-чизма);

1) Молиявий – фанга сарфланган ҳаражат-

лар ва мавжуд моддий-техника база;

2) Ходимий (шу жумладан истеъдодни тан олинмиш индикаторлари: академиклик шарафи, турли кенгашларда аъзолик, лойиҳаларга раҳбрлик, илмий мукофотларга совриндорлик ва б.) – илмий ходимларининг умумий сони ва илмий даражали тадқиқотчилар улуши, ёрдамчи ходимлар сони, фан докторлари тайёрлашнинг аҳволи;

3) Инновацион (шу жумладан янгидан яратилган ёки такомиллаштирилган технологиялар, техникалар, жараёнлар-умуман объектлар);

4) Библиометрик: нуфузли, импакт-факторли халқаро журналларда чоп этилган мақолалар, уларнинг илмийлиги, долзарблиги, аҳамияти ва умуман сифатини тавсифлайди; иқтибос (арабчадаги маъноси “зиё олмоқ” бўлиб, бирор асардан сўзма-сўз олинган парчани билдиради) индикатори ва Хирши индикатори ўтказилаётган (ўтказилган) тадқиқотларнинг қийматлилиқ даражасини ва илмий мактабларни жаҳон илмий жамоатчилиги томонидан тан олинганини кўрсатади; олимларнинг “нашр юкланиши” – олимлар фаолиятининг маҳсулдорлигини баҳолайди; патентларнинг мавжудлиги; хорижий олимлар билан хаммуаллифлик – халқаро илмий алоқаларнинг мавжудлигидан далолат беради.



1-чизма. Фан самарадорлигини белгиловчи индикаторлар гуруҳлари

Юқорида келтирилган индикаторларни тўғри баҳолаш учун илмий фаолият турларининг кўйидаги тавсифларидан фойдаланилади:

Илмий тадқиқот (илмий-тадқиқот ишлари) – янги билимлар олишга ва улардан фойдаланиш усулларини яратишга қаратилган ижодий фаолият ёки янги билимларни ишлаб чиқиш жараёни, билиш фаолияти турларидан бири. Унга объективлик, ишончлилиқ, аниқлик мос. Илмий тадқиқот баҳс этилаётган масалани исботлаш лозим;

Фундаментал илмий тадқиқот – табиат, инсон, жамият, сунъий яратилган объектлар ривожланишнинг асосий қонуниятлари ҳақидаги

янги билимларни олишга йўналтирилган назарий ва (ёки) экспериментал тадқиқотлар ёки объектив дунёнинг умумий қонунлари ва ҳодисаларини кашф этиш ва билиш, муаммо бўйича яхлит тизимлашган билимларни олиш, фанни ривожлантиришнинг асосий йўналишларини шакллантиришга қаратилган кенг қамровли тадқиқот;

Мақсадли қидирув илмий тадқиқот иши – фундаментал фан ютуқлари, тўпланган илмларни амалий муаммоларни ечишнинг потенциал воситасига айлантирадиган тадқиқот бўлиб, унинг асосий вазифаси фундаментал изланишлар натижасида аниқланган илмий қонуниятлардан фойдаланиш принциплари ва йўллари асослашдан иборатдир.

Амалий илмий тадқиқот – аниқ амалий масалаларни ечишга қаратилган янги билимларни олишга йўналтирилган тадқиқот ёки янги техника конструкцияни шакллантириш ва параметрларини аниқлаш, табиатга ижобий таъсир ўтказиш, табиий ресурсларидан унумли фойдаланиш, инженерлик-техникавий иншоотларни бунёд этиш, инфратузилмаларни ривожлантириш, жамиятнинг моддий ва маънавий эҳтиёжларини қондиришга қаратилган тадқиқот.

Илмий ишланма – амалий фаолиятнинг конкрет соҳасидаги жараёнларни амалга ошириш усуллари ва воситаларини ишлаб чиқиш ёки такомиллаштириш, янги маҳсулотлар ва технологияларни яратишга йўналтирилган фаолият. Илмий ишланмалар янги материаллар, маҳсулотлар, қурилмалар, технологик жараёнлар, системалар ва методлар яратилишини, шунингдек уларни такомиллаштирилишини таъминлайди;

Илмий-техник хизматлар – илмий-техник информация, патентлаштириш, лицензиялаш, стандартлаштириш, метрология, сифатни назоратлаш, илмий-техник консультация каби соҳалардаги фаолият бўлиб, янги билимларни олиш, тарқатиш ва қўллашга ёрдам беради.

Энди юқорида келтирилган индикаторларни атрофлича кўриб чиқамиз.

### **1. Молиявий индикаторлар қўйидаги кўрсаткичларни ўз ичига олади:**

• Молиялаштириш манбаларининг таркиби (бюджет, хорижий грантлар, мамлакат грантлари, хўжалик шартномалари, маҳсулотларни сотиш, хизмат кўрсатиш). Тадқиқотни (лойиҳани) молиявий таъминланиш даражаси энг муҳим индикаторлардан биридир. Чунки маблағ етарли бўлсагина илмий натижалар материаллашади, яъни материал объект ҳолатига келтирилади, дала ёки давлат синовларига тақдим этилади;

• Тадқиқот ва ишланмаларни бажариш учун сарфланган харажатлар (фан, техника ва технологияларнинг турлари, уларнинг истиқболдаги

ривожланиш йўналишлари бўйича ички харажатлар таркиби – бир ходим, бир бўлим, бир бўлинма ҳисобига тўғри келадиган харажатлар; тадқиқотлар ва ишланмалар билан банд бўлган ходимларнинг ўртача ойлик маошлари). Бу ерда фан соҳалари (масалан, гуманитар ёки табиий), техника (космос техникаси, ер қазииш машиналари) ва технология турлари (минерал ўғит ишлаб чиқариш технологияси, меваларни қуритиш технологияси)га қараб харажатларини ўзгариши ҳисобга олинади. Илмий муассаса ходимлари ва бўлинмаларига тўғри келадиган харажатлар оптимал, ходимларнинг ўртача маошлари баланд бўлганда тадқиқотлар сифатли бажарилади ва ижрочиларнинг ишга қизиқиши ортади, кадрлар кўнимсизлигига барҳам берилади;

• Тадқиқотлар ва ишланмаларнинг асосий воситалар билан таъминланганлик даражаси (машиналар ва қурилмаларнинг асосий воситалар ҳажмидаги солиштирма улуши; асосий воситаларнинг бўлимлар бўйича тақсимоти; тадқиқотлар ва ишланмаларни бажарувчи ходимларнинг моддий ресурслар билан таъминланганлик даражаси). Илмий муассасанинг лаборатория ва бўлимлари асосий воситалар, шу жумладан дастгоҳлар, қурилмалар, асбоб-ускуналар, лаборатория жиҳозлари билан етарлича бутланган бўлса янги машиналарнинг тажриба нусхалари инновация лойиҳаси режасидаги муддатларда сифатли тайёрланади, синов тадбирлари тўлалигича ўтказилади, энг муҳими, ходимлар томонидан яратилган барча илмий ҳажмдор маҳсулотларни материаллаштиришга эришилади.

Илмий тадқиқотлар ва ишланмаларга қилинган ички харажатлар (жорий ва капитал) – бу мамлакат бўйича илмий тадқиқотлар ва ишланмаларни бажаришга пул кўринишида сарфланган фактик харажатлар. Мазкур индикатор ҳисобот йилида молиялаштириш манбаининг қандайлигидан қатъий назар илмий муассасанинг ўз кучи билан бажарилган тадқиқотлар ва ишланмаларга сарфланган ички харажатларга баҳолайди.

Тадқиқот ва ишланмаларга сарфланган ички харажатларга киради:

• Жорий харажатлар. Булар ҳақ тўлаш, ижтимоий эҳтиёжларга ажратмалар, махсус қурилмаларни сотиб олишга сарфланган маблағлар, бошқа материал харажатлар (ташқаридан сотиб олинмаган хомашё, материаллар, жиҳозлаш буюмлари, яримфабрикатлар, ёнилғи, энергия, ишлаб чиқариш ҳаракеридаги ишлар ва хизматларнинг баҳоси)ни, турли жорий харажатларни ўз ичига олади;

• Капитал харажатлар: илмий муассасани кенгайтириш учун ер участкаларини, биноларни, асосий воситалар таркибига кирадиган қурилмаларни ва бошқа моддий бойликларни

сотиб олишга сарфланган маблағлар.

• Ташқи харажатлар – хўжалик шартномалари бўйича ташқи ташкилотлар томонидан бажарилган илмий тадқиқотлар ва ишланмаларнинг баҳоси. Табиийки, илмий муассасалар ташқи харажатларни тадқиқотлар қамровини кенгайтириш, сифатини ошириш ва натижаларни амалиётга кўпроқ жорий этишга сарфлашлари зарур.

Бажарилган ишлар ҳажми – амалга оширилган илмий тадқиқот ва ишланмалар, кўрсатилган илмий-техник хизматлар ва бошқа ишлар ҳажмларидан иборат. Бюджет маблағлари асосида ҳам, хўжалик шартномалари асосида ҳам бажарилган ишлар ҳажмлари буюртмачилар (масалан, Фан ва технологиялар агентлиги, фермер хўжаликлари ва корхоналар) билан биргаликда расмийлаштириладиган топшириш – қабул қилиш далолатномалари бўйича ҳисобга олинади. Ҳисобот йилида яқунланмаган ишлар, тадқиқотларнинг бажарилган қисмларининг баҳолари ҳам харажатларга киритилади.

Тадқиқотлар ва ишланмаларнинг молиялаштириш манбалари – тадқиқот ва ишланмалар учун пул маблағларининг дастлабки манбалари – буюртмачи ташкилотдан бажарувчи ташкилотга бевосита ўтказилган пул маблағлари асосида аниқланади.

Умумий ҳолда, илмий муассасасининг молиявий манбалари ташқи идора ва ташкилотчилар (буюртмачилар)дан келиб тушадиган маблағлар ва муассасанинг ўзи ишлаб топган маблағлардан иборат бўлади. Манбалар таркиби кўйидагича бўлиши мумкин:

- Бюджет маблағлари (масалан, Инновацион ривожланиш вазирлиги танловларида ғолиб чиққан тадқиқот лойиҳаларига Молия вазирлиги томонидан ажратиладиган маблағлар);

- Бюджетдан ташқари маблағлар. Илмий муассасалар раҳбарлари ва олимлари небюджет фондлари қидириб топишга ва уларнинг маблағларидан фойдаланишга интиломқлари керак;

- Хорижий манбалар маблағлари. Хорижий институтлар, фондлар, лойиҳалар, грантлар маблағларни илмий муассасага жалб қилиш нафақат илмий ҳамкорликни кенгайтиради, балки муассасанинг нуфузини оширади;

- Давлат сектордаги ташкилотлар (масалан, машинасозлик корхоналари, нефть ва газ ишлаб чиқариш компаниялари, давлат ветеринария бошқармаси, пахта ва ғаллани қайта ишловчи корхоналар)нинг маблағлари. Бу маблағлар ўзининг барқарорлиги ва доимийлиги билан ажралиб туради;

- Тадбиркорлик сектордаги субъектларнинг маблағлари. Масалан, қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари етиштирувчи фермер хўжаликлари ва бундай маҳсулотларга тўла ишлов бе-

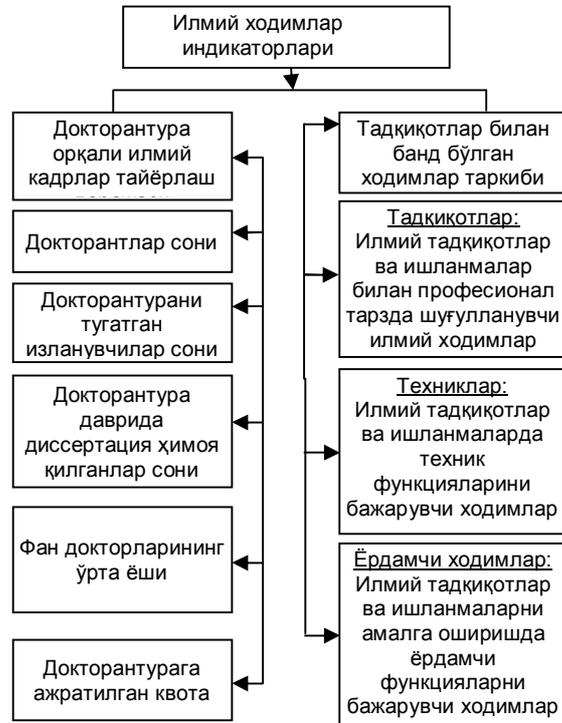
рувчи корхоналар, хусусий машинасозлик корхоналарини бундай субъектлар қаторига киритиш мумкин. Фермер хўжаликлари муайян илмий муассасага экинларнинг юқори наводор уруғлари ва кўчатларини етказиб бериш бўйича, қайта ишлаш корхоналари хомашёларни тайёр маҳсулот ҳолига келтирувчи технологияларни яратиб бериш бўйича, машинасозлик корхоналари янги қишлоқ хўжалиги машиналари ва қурилмаларини ўзлаштиришда ҳамкорлик қилиш юзасидан буюртмалар берадилар;

- Олий таълим сектори ташкилотларининг маблағлари. Илмий муассасалар академия, университет, институт каби олий таълим муассасалари билан биргаликда дарсликлар ва ўқув қўлланмаларини ёзиш, юқори малакали илмий-педагогик кадрларни (фан докторлари, доцентлар, профессорларни) тайёрлаш, илмий мавзуларда маърузалар ўқиш каби бир қатор йўналишларда ҳамкорлик қилиб қўшимча маблағларни топишлари мумкин;

- Хусусий нотижорат ташкилотларнинг маблағлари (масалан, хусусий уруғчилик корхонаси, хусусий агросервис корхонаси);

- Илмий муассасанинг хусусий маблағларни. Бу маблағларнинг асосий манбаи ишлаб чиқариш, лицензияларини сотиш, илмий-техник хизмат кўрсатишдан иборатдир.

**1. Кадрлар индикаторлари** кўйидаги кўрсаткичлардан иборат (2-чизма)



2-чизма. Илмий ходимлар индикаторларининг туркумлари ва гуруҳлари

- Таянч докторантура ва докторантурада илмий кадрларни тайёрлаш даражаси (тайёрланган фалсафа докторлари таркибдаги эркалар ва аёллар улуши; фан соҳалари

бўйича таянч докторантурага қабул қилинган магистрлар сони; фан соҳалари бўйича таянч докторантурани муваффақиятли тугатган изланувчилар сони; таянч докторантурани битириши биланок фалсафа доктори диссертациясини химоя қилган изланувчилар сони; тайёрланган фан докторлари таркибидаги эркаклар ва аёллар улуши; фан соҳалари бўйича докторантурага қабул қилинган фалсафа докторлари (фан номзодлари) сони; фан соҳалари бўйича докторантурани мувоффақиятли тугатган изланувчилар сони; докторантурани битириши биланок фан доктори диссертациясини химоя қилган изланувчилар сони; фалсафа докторлари ва фан докторларининг ёшлари бўйича гуруҳий тақсимоти; фалсафа докторлари ва фан докторларининг ўртача ёшлари; фалсафа докторлари ва фан докторлари институтига ажратилган квота (ўрин)лардан фойдаланиш даражаси);

- *Тадқиқотлар ва ишланмалар билан банд бўлган ходимлар таркиби* (тадқиқот ва ишланмалар билан банд ходимларни категориялар бўйича тақсимланиши; тадқиқотлар ва ишланмаларни бажариш билан тўла банд бўлган ходимлар сони; тадқиқотлар ва ишланмалар билан банд ходимларни маълумот даражаси бўйича тақсимот; тадқиқотчиларни илмий даражалар бўйича тақсимоти; тадқиқотчиларни жинси бўйича тақсимоти; тадқиқотчиларни фан соҳалари бўйича тақсимоти; фан докторларини фан соҳалари бўйича тақсимоти; фалсафа докторини фан соҳалари бўйича тақсимоти; тадқиқотчилари жинси ва фан соҳалари бўйича тақсимоти; тадқиқотчиларни ёш гуруҳлар бўйича тақсимоти; тадқиқотчиларни ўртача ёши; академиклар сони; академикларнинг ўртача ёши).

Тадқиқотчилар ва ишланмалар билан банд ходимлар кўйидаги категорияларга бўлинади:

- *Тадқиқотчилар* – илмий тадқиқотлар ва ишланмалар билан профессионал тарзда шуғулланувчи ва янги билимлар, маҳсулотлар, жараёнлар, методлар ва системаларни яратишни, шунингдек мазкур фаолият турларини бошқаришни бевосита амалга оширувчи ходимлар; тадқиқотчилар одатда тугалланган олий малакавий маълумотга эга бўлишади;

- *Техниклар* – тадқиқотчилар раҳбарлигида илмий тадқиқотлар ва ишланмаларда қатнашувчи ҳамда техник функцияларини бажарувчи ходимлар (тракторлар ва қишлоқ хўжалиги машиналари, илмий асбоблар, лаборатория қурилмалари, ҳисоблаш техникалари, компьютерларни ишлатиш ва уларга хизмат кўрсатиш; машиналарнинг дала синовларида, тажрибаларда, экспериментларда, рақамли натижаларга ишлов бериш ва расмийлаштиришда қатнашиш). Бу категорияга ўрта махсус маълумотга эга ёки малакавий билими ва тажрибаси

юқори шахслар киритилади;

- *Ёрдамчи ходимлар* – илмий тадқиқотчилар ва ишланмалар амалга оширишда ёрдамчи функцияларни бажарувчи ходимлар; режаиктисод ва молиялаштириш бўлинмалари, патент хизмати, илмий-техник информация бўлимлари, илмий-техник кутубхоналар ходимлари; илмий қурилмалар ва асбобларни ўрнатувчи, созловчи, таъмирловчи ва уларга хизмат кўрсатувчи ходимлар; тажриба (экспериментал) участка ишчилари; олий ва ўрта махсус маълумотсиз лаборантлар; тракторчилар;

- *Турли ходимлар* – ташкилот фаолияти билан боғлиқ умумий характердаги функцияларни бажарувчи ходимлар (бухгалтерия, кадрлар хизмати, девонхона, моддий техника таъминоти бўлинмаларининг ишчилари).

**2. Инновацион индикаторлар** таркиби ва моҳияти (1.3-чизма):

- Амалий лойиҳалар натижалари билан яратилган илмий ҳажмдор маҳсулотларнинг тажриба намуналарини, партияларини, гуруҳларини барпо этиш ва уларни дала, лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитларида синовлардан ўтказиш (янги қишлоқ хўжалик экинларининг дастлабки уруғлари ва кўчатлари, чорва ҳайвонларининг зотлари ва кросслари; экинлар, кўчатлар ва ҳайвонларни парваришlash ҳамда уларни касаллик ва зараркунандалардан химоялашнинг самарали технологиялари ва усуллари; қишлоқ хўжалиги экинлари ва чорва ҳайвонлари учун янги кимёвий ва ветеринария препаратлари; ресурстежамкор қишлоқ хўжалиги машиналари; агросаноат ишлаб чиқариши самарадорлигини оширишга қаратилган иқтисодий механизмлар ва тавсиялар);

- Халқ хўжалигининг турли соҳа ва тармоқлари эҳтиёжларини қондирадиган илғор технологияларни жорий этиш ва тайёр (экспортбоп, импорт ўрнини босувчи) маҳсулотларни кўплаб ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш;

- Фундаментал ва амалий тадқиқотлар натижалари, илмий ғоялар ва ихтиро формулаларини материаллаштириш йўли билан ҳосил қилинган илмий ҳажмдор маҳсулот.

- Экспертиза жараёнида янги инновацион ечимлар, натижалар, объектлар ва маҳсулотларни инновацион индикаторлар ёрдамида тўғри ва ҳолисона баҳолаш учун кўйидаги атамаларнинг маъно, моҳиятини яхши билиш мақсадга мувофиқдир.

*Инновация* – (инглизча киритилган янгилик, ихтиро) – техника ва технология авлодларини алмаштиришни таъминлаш учун иқтисодийга сарфланган маблағлар; илмий-техника ютуқлари ва илғор тажрибаларга асосланган техника, технология, бошқариш ва меҳнатни ташкил этиш каби соҳалардаги янгиликлар, шунингдек, уларнинг турли соҳалари ва фаолият дои-

раларида қўлланилиши; қандайдир янги ёки анча янгиланган, такомиллаштирилган маҳсулот (ишлар, хизматлар) ёки жараёнларни истеъмолга киритиш, маркетингни янги методи ёки янги ташкилий методни амалиётга, қўшимча иш ўринларини яратишга йўналтирилган.

*Инновация – фаол ташкилот* – бу техник ва технологик инновацияга ўз маблағларини доимий равишда сарфлайдиган ташкилот.

*Инновацион фаолият* – бу илмий ва ишлаб чиқариш сфералари орасидаги шундай звено, ўзига хос шундай ишлаб чиқариш кучи, у илмий ва моддий ишлаб чиқариш интеграциясини амалга оширади, илмий ҳажмдор маҳсулотлардан фойдаланиш орқали шундай звено, ўзига хос шундай ишлаб чиқариш интеграциясини амалга оширади, илмий ҳажмдор маҳсулотлардан фойдаланиш орқали жамиятнинг техник-иқтисодий эҳтиёжларни қондиради.



3-чизма. Инновацион индикаторларнинг гуруҳлари

*Технологик инновацияни амалга оширувчи ташкилотлар* – бу янги ёки такомиллашган маҳсулотлар, технологик жараёнларни ишлаб чиқиш ва жорий этиш билан шуғулланувчи ташкилотлар.

Технологик инновация деганда маҳсулот ва жараён инновациялари тушунилади.

*Маҳсулот инновацияси* – янги ёки хусусиятлари ва фойдаланиш усуллари сезиларли яхшиланган маҳсулот ёки хизматларни жорий этишни ифодалайди.

*Жараён инновацияси* – янги ёки сезиларли яхшиланган ишлаб чиқариш (хизмат кўрсатиш) усулини жорий этилишини билдиради.

*Ташкилий инновация* – самарали илмий ҳажмдор маҳсулотларни ўзлаштириш ва жорий этишга доир янги ташкилий методларни таш-

килот фаолиятига, амалиётга жалб қилишни ифодалайди. Бозор иқтисодиёти шароитида маркетинг инновациясининг ўрни алоҳида. Маркетинг инновацияси янги маркетинг методи амалиётга жорий этишдан иборат. Бу метод тайёр маҳсулотнинг дизайни ва қадоқлашдаги муҳим ўзгаришларни, баҳо шаклланишининг янги стратегияларини товарлар бозорига киритиш ёки улардан амалда фойдаланишни ҳам ҳисобга олади.

*Инновацион маҳсулот (ишлар хизматлар)* – бу янги илмий ҳажмдор маҳсулот (ишлар, хизматлар) ёки кейинги уч йилда технологик жиҳатдан тубдан яхшиланган маҳсулотдан иборат. Бунда кўйидагларга эътибор бериледи: янги илмий ҳажмдор маҳсулотнинг мамлакатда ёки хорижда аналогларини мавжуд эмаслиги. Бу мезон янги илмий ҳажмдор маҳсулотни патентлаштирилганлигини, яъни, масалан Ўзбекистон ёки хорижий давлатлар патентлари билан ҳимояланганлигини билдиради; технологик жиҳатдан яхшиланган маҳсулотга ички ва ташқи бозорларда талабнинг ортиши.

**3.** Библиометрик индикаторлар. Библиометрия – бу ҳужжатларнинг библиографик тавсифларини микдорий қилиш методларига асосланган, интенсив ривожланаётган йирик илмий йўналишдир. Библиометрик индикаторлардан илмий тадқиқотлар натижаларини сифатий баҳолашда, тўпланаётган илмий билимларнинг қамрови, структураси ва динамикасининг аниқлашда кенг фойдаланилади.

Библиометрия томонидан яратилган мезонлар тўплами олимлар, тадқиқот марказлари, университетлар томонидан локал ва жаҳон илмий системаларидан кенгроқ фойдаланиш, тадқиқот дастурларининг натижавийлиги ва илмий йўналишлар динамикасини баҳолаш имконини беради.

Мезонлар тўплами кўйидаги кўрсаткичларни ўз ичига олади:

- Илмий нашрлар сони (муаллифлар кесимида). Бу кўрсаткич муаллифларнинг янги илмий билимларни ҳосил этиш ёки мавжуд билимларни бойитишга қўшган ҳиссасини ифодаловчи индикатордир.

- Илмий нашрларни иқтибосланиш даражаси. Бу мезон олдин бажарилган тадқиқотларни ҳозирдаги фан ривожига кўрсатган таъсирини баҳолайди;

- Ҳаммуаллифлик. Бу мезон олимлар, ташкилотлар, секторлар (шу жумладан фан ва ишлаб чиқариш орасида), давлатлар ва фан соҳалари орасидаги илмий алоқаларни баҳолайди.

Юқорида келтирилган индикаторлар илмий тадқиқотлар ва умуман фан самарадорлигини баҳолашга хизмат қилади.



## МУНДАРИЖА

ИНЖЕНЕРЛИК ТАРМОҚЛАРИ ҚУРИЛИШИ  
СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Эшев С.С., Рахматов М.И., Рахимов А.Р. Расчет мутности воды при неоднородных донных наносах.....	3
Халилов Н., Уракова Н., Халилов Ш. Автомобил ювиш шаҳобчалари оқова сувларини қайта фойдаланиш учун тозалаш жараёнини тадқиқ ва қурилмаси лойиҳасини ишлаб чиқиш .....	5
Хусанов Х.Г., Исмоилов А.И., Маматов Б. Кўп қаватли яшаш уй-жойларни, маъмурий ва жамоа биноларини ноанъанавий қайта тикланувчи энергия манбаи ҳисобидан иссиқ ҳаво орқали иситиш. ....	8
Мирзаев А., Нодиров Д., Норқулов Б. Биринчи кўтарув насос станцияларида насос агрегатлари ишини мукамаллаштириш .....	9
Халилов Н., Шамсиев И., Халилов Ш. Самарқанд вилоятидан оқиб ўтаётган зарафшон дарёси сувлари ифлосланишини электрокимвий усулда тозалаш жараёнини қилиш ва ўрганиш. ....	12
Ахмедова Ф. И., Ибрагимова А.Х. Реагентный метод очистки сточных вод .....	15
Фазилов А.Ш., Кучимов М.К. Разработка алгоритма визуального программирования BIM-моделей с использованием модуля конструкций с использованием модуля Dupamo .....	16
Taniberdiyev Sh.X., Ismoilov A.I., Ibragimov D. Енгил саноат биноларида ҳаво оқими тезлигини аниқлаш бўйича кўрсатмалар.....	18
Исмоилов А.И., Танибердиев Ш.Х., Ибрагимов Д. Аҳоли хонодонларида тоза ҳаво киритиш бўйича масала ечимлари .....	20
Норқулов Б.М., Таджиева Д.О., Ибрагимова А.Х. Автомобил ишлаб чиқариш заводининг сув таъминоти ва канализация тизимларини лойиҳалаш.....	21
Алладустов У., Жуманов О., Хамдамова И. Расчет движения взвешенной частицы в тонкослойном отстойнике.....	23
Maxmudov R., Umirova U. Issiqlik ta'minoti tizimini innovatsion texnologiyalar asosida loyihalashtirish. ....	25
Нурматов П.А., Холов Ф.М., Усанова С., Гаффоров Б. Ер ости сувларининг ифлосланиши ва унинг олдини олиш чоралари .....	27
Хушвақтов Б.О., Мирзаев М.Н., Холов Ф.М. Авто мойкаларнинг оқова сувларини тозалаш .....	29
Рахматуллаев М., Юлдошов Б. Инновационных технологий к разработке получения новых составов топлива и осевых масел .....	32
Суюнов Ш.А., Қаландаров М.М., Хамдамова Д.О., Исакулов А.З. Аҳоли карталарини тузишда тасвирлаш усулларини танлаш .....	35
Каримов М. Ш. Ёнғинларни самарали ўчиришда кўпик ҳосил қилувчи дастакларни аҳамиятини ошириш .	39
Хажиматова М. М. Сув иншоотлари ва улар билан боғлиқ бўлган салбий жараёнлар .....	42
Мусаев Ш. М. Мероприятие сокращение загрязнение атмосферы вредными веществами.....	45
Saydullayev S., Ulugbekov V. Zamonaviy isitish uskunalarining asosiy xususiyatlari.....	47
Сатторов А. Б., Сайдуллаев С. Р. Эски турдаги козонхона ўчоқларида ёқилги сарфини таҳлил қилиш. ....	50
Такабоев Қ.Ў. Оқова сувларни тозалашда биологик усуллардан фойдаланиш усуллари .....	53
Турсунов М.К., Улугбеков Б.Б. Оптимизация размещения солнечных коллекторов на ограниченной площади .....	56
Мусахожиев М. Б., Каримов М.Ш., Бутунбоев Б.Б., Шамамбетов Й. Ёнғин ўчириш дастакларини такомиллаштиришнинг илмий аҳамияти .....	59

ИНЖЕНЕРЛИК ИНШООТЛАРИ НАЗАРИЯСИ  
ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Фазилов А.Ш., Кучимов М.К. Разработка математической модели и программного комплекса для оптимизации обработки информации в информационных системах .....	62
Azimov B. Тенгмас ораликлар учун кубик сплайн қуриш ва сигналларга тадбиқи.....	66
Akhmadiyogov U.S. Calculation of plane double-belt radially located guides for strength and deformability, taking into account change in material properties.....	70
Бекмирзаев Д.А., Мансурова Н.Ш. Исследование задач сейсродинамики подземных трубопроводов при произвольном направлении сейсмического нагружения .....	73
Утегенова Г., Фозилов Т. Ташки ва ички босим таъсиридаги ёпик топосферик қобиклар устиворлиги.....	76
Abdurazzaqov J.N., Otaqulov A.A., Xoliqov D.SH. Bo'ylama harakatdagi yupqa devorli silindrik qobiqning buralma tebranishlari .....	79
Ибрагимов А.И., Исмаилов К. Кручение призматической оболочки, свободно лежащей на неоднородном упругом основании .....	82
Усаров Д.М., Корабашев О.З. К теории изгиба и колебания трехслойных пластин с сжимаемым наполнителем .....	85
Халмуратов Р.И., Худойназаров Х.Х., Омонов Ш. Б. Обзор методов оценки устойчивости пород и расчета анкерной и набрызгбетонной крепей горных выработок .....	90
Абдирашидов А., Омонов Ш., Ортиков Б., Кадиров Н., Абдурашидов А. Приближенное решение смешанной задачи для волнового уравнения .....	95
Холбутаев У.Х. Модели и методы оптимального проектирования сложных узлов подземных сооружений при землетрясениях. ....	100

<b>Остонов Т.К., Бакаев Г., Гадаев А.</b> Расчет прямоугольных пластин уложенных на нелинейном упругом основании .....	103
<b>Yaxshiboyev Sh. R.</b> Chetlari sharnirli mahkamlangan elastik plastinkaning antisimmetrik tebranishlari .....	106
<b>Пармонов А.А.</b> Характеристик тенгламаси битта нол илдиэга эга бўлган критик ҳолда ёйилган ҳаракатнинг дифференциал тенгламаларини (n+1) тартибли система учун хусусий ҳолда тадқиқ этиш .....	109
<b>Мирсаидов А., Куйчиев О.</b> К вопросу теоретического определения параметров универсального подбирающего механизма .....	111
<b>Амонова Г.Б., Зарипов О.О., Сулейманов А.А., Рузиев С.Т.</b> Ҳарбийлаштирилган транспортни фавқуллода вазиятларни бартараф этиш учун интеграллашган дастурий мажмуа тузилмаси .....	115
<b>Худойназаров Х.Х., Ялғашев Б.Ф.</b> Нестационарные колебания круговых цилиндрических трёхслойных оболочек .....	118
<b>Жўраев Ж.Ў.</b> ХААР вейвлетлари ёрдамида эгилувчан пластин моделларини қуриш .....	124
<b>Салиев Э.А., Тавбоев С.А.</b> Применение нечеткой логики в задачах обработки изображений .....	128

#### ҚУРИЛИШДА ТАЪЛИМ

<b>Воҳидов Б., Воҳидов А.Б.</b> Учбурчакнинг баъзи геометрик хоссалари ҳақида .....	130
<b>Sirojiddinov O'., Safarov I.</b> Texnika yo'nalishidagi oliy ta'lim muassasalarida virtual laboratoriyalardan foydalanish usullari .....	134
<b>Аунақулов Х., Жо'ланов И., Назаров О.</b> То'ртбurchak shakllarini hosil qilish usullari va ularni amaliyotda qo'llash .....	137
<b>Nazarov O. T, Aunaqulov X. A, Jo'lanov I. O.</b> Ko'pburchaklarning yasalish usullari .....	138
<b>Бўлтаков Т., Ўразалиев Ф.Б.</b> Қурилиш ва архитектура тараққиётида механиканинг ўрни .....	140
<b>Мухитинов А.Б., Мухитинов А.А.</b> Қадимги Миср ва Греция олимларининг геометрик ва тасвирлаш усулларидаги изланишлари .....	143
<b>Куртаметов С. Э.</b> Интеграция производства с образованием на примере КЦ «КНАУФ-СамГАСИ» .....	145
<b>Жўланов И., Айнақулов Х., Назаров О.</b> Мухандислик графикаси фанини ўқитиш методологияси ва хусусиятлари .....	147
<b>Тошболтаев М., Игамбердиев Х.Х.</b> Фан самарадорлигини баҳолаш индикаторлари .....	148

Муҳаррирлар: Х.М.Ибрагимов, Ш.Қосимова.

Корректорлар: т.ф.н. доц. В.А.Кондратьев.

Компьютерда саҳифаловчи: Х.М.Ибрагимов

Теришга 2020 йил 22 мартда берилди. Босишга 2020 йил 29 мартда рухсат этилди.

Қоғоз ўлчами 60x84/8. Нашриёт ҳисоб тобоғи 9,9. Қоғози – офсет.

Буюртма № 18/2. Адади 200 нусха. Баҳоси келишилган нарҳда.

СамДАҚИ босмаҳонасида 2020 йил 31 мартда чоп этилди.

Самарқанд шаҳар, Лолазор кўчаси, 70. Email [ilmiy-jurnal@mail.ru](mailto:ilmiy-jurnal@mail.ru)

#### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ЖУРНАЛА «Проблемы архитектуры и строительства»

1. Объем статьи не более 5 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через 1 интервал, размер шрифта 12 пт. Рисунки шириной не более 9 см. Формулы – в редакторе Microsoft Equation.

2. К статье прилагаются: список литературы, аннотации на узбекском, русском и английском языках (объем 5-10 строки). Титульная страница должна содержать: УДК, название статьи, затем фамилию (или фамилии) и инициалы автора (ов).

Под списком литературы указать институт или организацию, представившую статью, а также указать сведения об авторах и их контактные телефоны.

3. Для каждой представляемой статьи должен быть представлен акт экспертизы той организации, где работает автор.

4. Текст статьи должен быть представлен в электронном варианте, а также в распечатанном виде - 2 экз.

5. Представленная статья проходит предварительную экспертизу. Независимо от результата экспертизы, статья автору не возвращается. Решение о публикации статьи в журнале принимается главным редактором совместно с членами редколлегии по специализации представленной статьи.

6. Автор(ы) должны гарантировать обеспечение финансирования публикации статьи.

*Редколлегия*