

Т. Б. ҚОШТЫБАЕВ^{1*}, Ш. А. АЛИЕВ², Т. Б. ДИҚАМБАЙ³, М. Е. АЛИЕВА³

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің доценті,
Алматы, Қазақстан;

²И. Арабаев атындағы Қырғыз мамлекеттік университетінің профессоры,
Бішкек, Қырғызстан;

³ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің докторанты,
Алматы, Қазақстан

СЕРПІМДІ ДЕФОРМАЦИЯ ЖӘНЕ ГИДРОСТАТИКА ЗАҢДАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ БІРІЗДІЛІГІ

Ньютонның үшінші заңына сәйкес табиғатта денеге жасалатын сыртқы әсерлер өздеріне қарсылық көрсететін әсерлерді пайда ететін жағдайлар да кездеседі. Солардың ішіндегі негізгілері – серпімді деформация және гидростатика заңдары, табиғаты жағынан ұқсастығы жоқ болғанымен, математикалық механизмі тұрғысынан бірізді. Мақалада серпімділік және Архимед күштерінің математикалық өрнектерін алу тәсілі салыстырмалы түрде жан-жақты талданып көрсетілген. Бірлік ұзындықтың серпімді деформациясы кезінде және сұйықтың бірлік көлемінің ығысуы жағдайында пайда болатын қарсылық әсерлерінің мәндері арқылы жалтылама кері әсерлік күштердің қосынды мәндері анықталған. Серпімді деформациялық және гидростатикалық коэффициенттердің маңыздылығы мен тәуелділіктері ортаның қасиеттерімен байланыстрыла айқындалған. Деформациялық және гидростатикалық қарсы әсерлер сыртқы әсерлер жағдайында ана байқалатын ерекшеліктері сараланған.

Түйін сөздер: деформация, механикалық кернеу, тығыздық, сұйық, салмақ, гидростатика, серпіне.

Кіріспе. Табиғатта денеге жасалатын сыртқы (басқа денелердің) әсерлерінің нәтижесі дененің қасиеттеріне де байланысты болатыны белгілі. Ньютонның бірінші заңында инертті (массасы үлкен) дене маңайындағы басқа денелердің әсеріне қарамастан өзінің күйін сақтап қалатындығы айтылған. Бұл жағдай денелердің сыртқы әсерлерге қарсылық көрсете алу (инерттілік) қасиетінен хабардар етіп тұр. Ал Ньютонның екінші заңында инертсіз (массасы аз) денелердің сырттан жасалатын әсерлерге қарсыласу қабілетінің төмен болуынан өздерінің алғашқы күйлерін өзгертуге (үдеу алуға) бейім екендігі айтылады. Әсерді қабылдаушы денелердің бастапқы механикалық күйлер ретінде олардың тыныштықта тұруы немесе бірқалыпты қозғалыста болуы алынады. Дененің қандай механикалық күйде болғандығы оның кеңістіктегі орындарын анықтайтын координаталарының өзгерісі арқылы анықталады. Тыныштықта тұрған дененің координатасы өзгермейді, яғни координатаның секунд сайынға өзгерісі (жылдамдығы) нөлге тең. Бірқалыпты қозғалыстағы дененің координаталары тұрақты жылдамдықпен өзгереді. Сыртқы әсерлер дененің координаталарының бірқалыпсыз, ал жылдамдықтың бірқалыпты өзгеруіне себепкер болады (дененің үдемелі қозғалысы).

Денеге жасалатын әсерлер денеде өздеріне қарсыласатын кері әсерлерді пайда ете алады. 1660 жылы ағылшын ғалымы Р. Гук серіппені созған кезде серпімділік

* E-mail корреспондирующего автора: koshtybayev70@mail.ru

күштерінің пайда болатынын, ал И. Ньютонның 1687 жылы жарияланған үшінші заңында кез-келген әсер қарсы әсер туғызатынын жайында айтылған болатын [1,2]. Б.э. дейінгі III ғасырда ашылған Архимед заңында да сұйыққа батқан денеге ығысқан сұйық тарапынан кері көтеруші күштің әсеріне тап болатыны туралы баяндалған. Олай болса, денеге жасалатын әсерлер денеге үдеу ғана беріп қоймай оның геометриялық өлшемдерін (формасын, пішінін) де өзгерте (деформациялай) алады. Гук заңы физиканың динамика, ал Архимед заңы гидростатика бөлімдеріне қатысты болғандықтан олардың арасында ешқандай бір байланыс жоқтай көрінеді.

Алайда, серпімділік және кері көтеруші күштер сыртқы әсерлерге қарсылық көрсетушілер ретінде пайда болып, әсерлер тоқтаған кезде жоғалып кететіндер болғандықтан, олардың математикалық шығарылу (қорытылу) жолдары мен жазылу формулаларының ұқсастықтары (бірізділіктері) байқала бермейді. Ұсынылып отырған мақалада осы жағдай барынша ашық түрде жан-жақты талданып көрсетілетін болады.

Негізгі бөлім. Серпімділік теориясының негізгі заңы. Серіппеге жасалатын сыртқы әсер серіппені созуы немесе сығуы мүмкін, бұл жағдай серіппенің деформациясы (деформациялануы) деп аталады. Әсерлердің ықпалы тоқтаған кезде жойылатын (жоғалатын) деформация–серпімді, жойылмаса–серпімсіз болып табылады. Р. Гук серпімді деформацияланған серіппеде деформацияны болдырмауға ұмтылып тұратын серпімділік күштерінің пайда болатындығы туралы айтқан болатын. Ұзындығы l см, орамдарының ауданы S см² серіппенің бір ұшы бекітілген, ал екінші ұшы динамометрге жалғанған болсын. l және S шамалары серіппенің геометриялық өлшемдері (параметрлері) болып табылады. Орамдардың әрқайсысы дөңгелек пішінді болғандықтан, олардың ауданы $S = \pi R^2 = \frac{\pi d^2}{4}$ ($R, d = 2R$ –орамның (дөңгелектің) радиусы мен диаметрі). Серіппенің екінші ұшындағы динамометр арқылы серіппені OX осьінің оң бағытында Δl см-ге созуға және OX осьінің теріс бағытында Δl см-ге сығуға болады (серіппенің горизонталь деформациясы). Δl шамасын серіппенің абсолют деформациясы деп атайды және ол әрқашан оң шама ($\Delta l > 0$). Деформацияланған серіппенің ұзындығы l_1 см болса, онда $\Delta l = |l_1 - l|$. Абсолют деген ұғымның қажеттілігіне тоқталайық: серіппе созылған кезде $l_1 > l$, бұл жағдайда абсолют амалын қолданудың қажеті жоқ: $\Delta l = l_1 - l > 0$; серіппе сығылған кезде $l_1 < l$, бұл жағдай үшін $\Delta l = |l_1 - l|$ қолданылады. Динамометр сыртқы деформациялаушы (созушы) әсердің $F_1 H$ мәнін көрсетеді. Ауданы S см²-қа тең орамдардың 1 см² ауданшаларына келетін F_1 -дің үлесі механикалық кернеу деп аталады:

$$\sigma \frac{H}{\text{см}^2} = \frac{F_1}{S} \frac{H}{\text{см}^2}$$

немесе

$$\sigma \text{ Па} = \left(\frac{F_1}{S} \right) \cdot 10^4 \frac{H}{\text{м}^2}$$

Серіппе затының (жасалған материалының) сыртқы деформацияға қарсылық көрсету қабілетін (беріктілігін) көрсететін шаманы Юнг модульы (E Па) деп атайды және ол σ -ның $\left(\frac{\Delta\ell}{\ell}\right)$ процентіне тең:

$$E = \left(\frac{\Delta\ell}{\ell}\right)\sigma \quad (1)$$

Мысалы, серіппенің алғашқы ұзындығы $\ell = 70$ см, ал оның деформациясы (ұзаруы) $\Delta\ell = 21$ см болса, онда (1)-ден:

$$E = \left(\frac{\Delta\ell}{\ell}\right)\sigma = \left(\frac{21}{70}\right)\sigma = 0,3\sigma$$

яғни Юнг модульы механикалық кернеудің 30 % үлесіне тең. Серіппеге сырттан шамасы F_1H -ға тең әсер жасалып, ол $\Delta\ell$ см-ге созылған кезде $\Delta\ell$ -дің *әрбір сантиметрінде* бағыттары сыртқы әсерге қарама-қарсы болатын, ал шамасы $\left(\frac{ES}{\ell}\right)$ Ньютонға тең (немесе F_1 -дің *әрбір см-ге келетін үлесіне* тең) қарсылық танытушы (қарсыласушы) әсерлер $\left(k \frac{H}{см}\right)$ пайда болады:

$$k \frac{H}{см} = \left(\frac{ES}{\ell}\right) \frac{H}{см} \quad (*)$$

$$k \frac{H}{см} = \frac{F_1}{\Delta\ell} \frac{H}{см} \quad (**)$$

$\Delta\ell$ -дің шамасы (мәні) көбейген сайын қарсылық әсерлерінің $(k\Delta\ell)$ мөлшері де көбейе береді. Ал сыртқы деформациялаушы әсер тоқтағанда k -дың да пайда болуы тоқтайды [3]. Сыртқы әсер өздерінің ықпалын тоқтатқан кезде қарсылық (кері) әсерлер серіппені қайтадан алғашқы ℓ см ұзындыққа қайтарады. (*)-теңдігінен k -ның серіппе жасалған материалдың сыртқы деформацияға қарсылық көрсете алу қабілетіне (серпімділік дәрежесіне немесе қатаңдығына) және серіппенің геометриялық өлшемдеріне тәуелді болатынын көруге болады: $k - E, S$ және $k - \frac{1}{\ell}$. Осы келтірілген жағдайларға байланысты k көбіне серпімділік (қатаңдық) коэффициенті немесе серіппенің қатаңдығы деп айтылып жүр. Ал (**) -теңдігіне байланысты k -ны деформациялаушы әсердің сызықтық тығыздығы деп атауға болады. Деформациялық сантиметрлердің жалпы саны $\Delta\ell$, ал олардың әрқайсысында k қарсылық әсерлер бар екені айтылды. k -дың қосындысы (summa) серпімділік әсерін (F_2H) береді:

$$F_2 H = k \frac{H}{см} \cdot \Delta\ell см \quad (2)$$

және оның шамасы (мәні) F_1 -е тең, ал бағыты оған қарама-қарсы:

$$F_2 \cos 180^\circ = F_1 \cos 0^\circ \quad (3)$$

(2) және (3)-теңдіктер Гук заңы деп аталады: серпімді денеге (серіппеге) сырттан мәні F_1H -ға тең деформациялаушы (созушы, сығушы) әсер жасалған кезде серіппенің деформацияланған $\Delta\ell$ см бөлігінде шамасы F_1H -ға тең, ал бағыты оған қарама-қарсы серпімділік (кері қайтарушы немесе қарсылық көрсетуші) әсері (F_2H) пайда болады. (3)-теңдікте $\gamma = 0^\circ$ – серіппені деформациялаушы F_1 әсердің бағыты (OX осының оң жақ бағыты), ал $\alpha = 180^\circ$ – серпімділік F_2 әсердің бағыты (OX осының сол жақ бағыты). Сонда, (3)-теңдіктен:

$$F_2 \cos 180^\circ = F_1 \cos 0^\circ$$

$\cos 180^\circ = -1$, $\cos 0^\circ = 1$ мәндерін ескерсек, онда

$$F_2 = -F_1 \tag{3A}$$

Бұл Ньютонның үшінші заңы деп аталады: серпімді денеге сырттан жасалған кез-келген түрдегі F_1 әсер денені деформациялайды және деформацияланған бөлікте өзіне қарсылық көрсететіп денені бастапқы қалпыны (ℓ см ұзындық жағдайына) қайтаруға тырысатын F_2 әсерді пайда етеді. Серіппенің вертикаль деформациясына қол жеткізу үшін оның екінші ұшын OY осьі бағытында төмен (Жерге) қаратып, оған массасы m кг дене (жүк) ілу керек. Сонда серіппе жүктің $F_1 = mg$ салмағымен $\Delta\ell$ см-ге созылады. Серіппенің екінші ұшын жоғары қаратып, оған массасы m кг дене (жүк) орналастырса, серіппе жүктің салмағымен $\Delta\ell$ см-ге сығылады. Бұл жағдайлар үшін (**)-теңдігінен

$$k \frac{H}{\text{см}} = \left(\frac{mg}{\Delta\ell} \right) \frac{H}{\text{см}}$$

немесе өлшемсіз жазатын болсақ:

$$k\Delta\ell = mg$$

$k = \frac{ES}{\ell}$ қатынасын ескерсек:

$$\frac{ES\Delta\ell}{\ell} = mg$$

Юнг модулы

$$E = \frac{mg\ell}{S\Delta\ell} \tag{4}$$

Гидростатиканың негізгі заңы. Дәл осындай жолдармен Архимед заңының математикалық негіздемесін көрсетугі болады. Тығыздығы $\rho_0 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$, көлемі $V_0 \text{ см}^3$ және массасы $m_0 = \rho_0 V$ (салмағы m_0g) денені тығыздығы ρ сұйыққа салайық [4–6]. Бұл кезде дене V_0 көлемінің $\Delta V_0 \text{ см}^3$ бөлігі сұйыққа батады да, қалған ($V_0 - \Delta V$) бөлігі сұйық бетінде (ауада) қалады. Дененің сұйыққа батқан көлемі оның толық көлемінің $\left(\frac{\rho_0}{\rho} \right)$ процентін құрайды:

$$\Delta V = \left(\frac{\rho_0}{\rho} \right) V_0 \tag{A}$$

яғни, дене мен сұйықтың тығыздықтарын біле отырып дененің қандай бөлігі сұйыққа бататынын алдын-ала болжауға болады екен. $\rho_0 = \rho$ шартында дене сұйыққа түгелдей (100 %) батып кетеді. Ал $\rho \gg \rho_0$ шартында дене сұйықтың бетінде жүзіп жүреді, яғни $V_0 \gg \Delta V_0$. Егер дененің тығыздығы сұйық тығыздығынан 2 есе аз болса ($\rho_0 = \frac{\rho}{2}$), онда дененің тең жартысы (50 %) сұйыққа бататын болады. Денені сұйыққа салғанда көлемінің ΔV_0 см³ бөлігі h м тереңдікке дейін бататын болса, онда осындай көлемдегі массасы Δm кг сұйық ығысып шығады. Басқаша айтсақ, дене өзінің сұйыққа салынбай тұрғандағы (ауадағы) $F_0 = m_0 g$ салмағының $\Delta m \cdot g$ -ға тең болатын бөлігін жоғалтады. Нәтижеде дененің сұйықтағы салмағы оның ауадағы салмағынан $\Delta m \cdot g$ Ньютонға (Н) аз болып шығады: $F_c = F_0 - \Delta m g$. Осы $\Delta m \cdot g$ -ға тең шама Архимед күші болып табылады. Мысалы, динамометрдің көмегімен қандай да бір дененің салмағын өлшегенде ол 5 Н-ға, ал осы денені динамометр арқылы суға түгел бататындай етіп салған кезде динамометр 2 Н-ды көрсетеді. Дененің ауадағы салмағы (5 Н) мен судағы салмағының (2 Н) айырымы 3 Н-ға тең (Архимед күші). Сонда, дененің сұйықтағы салмағы оның ауадағы салмағының (2/5) бөлігіндей (0,4 немесе 40 % тең), ал Архимед күші болса дененің ауадағы салмағының 3/5 бөлігіндей (0,6 немесе 60 %). Жалпы жағдайда, дененің сұйықтағы F_c салмағы оның ауадағы F_0 салмағының $\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0}$ процентіне тең болады [7–9]:

$$F_c = \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \right) F_0 \tag{5}$$

Осыған дене салмақтарының 5 Н, 2 Н мәндерін қойсақ:

$$2 = \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \right) 5$$

Ықшамдаудан кейін алатынымыз:

$$\rho_0 = \left(\frac{5}{3} \right) \rho \tag{5A}$$

Олай болса, дененің ρ_0 тығыздығы сұйықтың ρ тығыздығынан 5/3 есе көп болады екен. (5A)-ны (A)-қатынасына қойсақ, онда

$$\Delta V = \left(\frac{5}{3} \right) V_0 = 1,6 V_0$$

яғни, дененің сұйыққа толық батып тұрғанын көруге болады. (5)-формуладан дененің тығыздығын анықтайтын өрнекті шығады:

$$\rho_0 = \frac{\rho F_0}{F_0 - F_c}$$

Осы өрнекке $F_0 = 5 \text{ Н}$, $F_c = 2 \text{ Н}$ мәндерді қойып (5А)-қатынасты алуға болады.

(5)-өрнек Архимед күші дененің ауадағы салмағының $\left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)$ процентіне тең болатынын білдіреді:

$$F_A = \frac{\rho}{\rho_0} F_0 \quad (6)$$

Сонымен, бір бөлігі сұйыққа батып тұрған дененің ауадағы салмағы оның сұйықтағы салмағы мен Архимед күшінің қосындысынан кұралады:

$$F_0 = F_c + F_A = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} F_0 + \frac{\rho}{\rho_0} F_0$$

$\rho_0 = \rho$ шартында дене сұйыққа түгелдей (100 %) батып кетеді, бұл кезде дененің сұйықтағы салмағы (5)-тен: $F_c = 0$, ал Архимед күші дененің салмағына тең, яғни (6)-дан: $F_A = F_0$. Дененің ауадағы $F_0 = m_0 g$ салмағын 100 % деп алсақ, дененің бір бөлігі сұйыққа батқан кезде Архимед күші пайда болатыны айтылды [7–9]. Сонда, сұйықта тұрған дененің салмағы 100 % емес, мысал үшін 75 % болып қалады (салмақ 25 %-ға кеміді немесе 25 пайызын жоғалтты). Дененің ауадағы салмағының қалған 75 % дененің сұйықтағы салмағы болады да, жоғалған 25 % пайда болған Архимед күшіне тең. Олай болса, Архимед күші дененің ауадағы салмағының кемуі есебінен пайда болады екен, яғни салмақ қанша Ньютонға кемісе сол Архимед күші болады да, салмақтың кемігеннен қалған мәні дененің сұйықтағы салмағы болып табылады. Дененің сұйыққа батып тұратын көлемі (бөлігі) көбейген сайын Архимед күші де көбейе береді. Дененің сұйықтағы салмағы оның ауадағы салмағынан аз болуы сұйық тарапынан дененің салмағына қарсы (жоғары қарай) бағытталатын Архимед күшінің пайда болуымен байланысты. Оның пайда болу механизмін екі жағдаймен түсіндіріледі.

Бірінші жағдай. Цилиндр тәрізді денені сұйыққа салғанда оның бастапқы көлемінің ΔV_0 см³ бөлігі h м тереңдікке дейін бататын болсын деп алайық. Дененің батқан көлемі ауданы S см²-қа тең табаны мен h м тереңдіктің көбейтіндісіне тең: $\Delta V = Sh$. Сұйық h м тереңдікте табанның әрбір см² ауданшаларына ρgh Ньютонға тең әсер жасайды, бұл әсерлер жоғары қарай (дененің салмағына қарсы) бағытталады. 1 см² ауданшаға келетін әсер (күш) сұйықтың гидростатикалық қысымы деп аталады: $P = \rho gh$. Әрбір 1 см² ауданшаға келетін P Ньютон әсерлердің немесе ρgh Ньютондардың қосындысы (summa) Архимед күшіне тең:

$$F_a = PS = \rho ghS = \rho g \Delta V$$

Екінші жағдай. Дененің батқан көлеміне тең ығысқан сұйықтың әрбір 1 см³ көлемінде ρg Ньютонға тең болатын және k арқылы белгіленетін кері көтеруші күш (әсер) пайда болады: $k - \rho g$. Ығысқан сұйықтағы 1 см³ көлемдерінің саны ΔV , онда

олардың әрбіріндегі k күштердің саны да ΔV -ға тең. k күштердің қосындысы (summa) Архимед күшін береді:

$$F_a = k\Delta V = (\rho\Delta V)g \quad (7)$$

Бұл жерде $\rho\Delta V$ көбейтіндісі ығысқан сұйықтың массасына тең: $\Delta m = \rho\Delta V$. Осыны (7)-ке қойсақ: $F_a = \Delta m g$. Олай болса, Архимед күші ығысып шыққан сұйықтың салмағына тең болады екен. Дене сұйыққа түгел батқан жағдайда ығысқан сұйық дененің көлеміне тең болады да, сол кездегі Архимед күші $F_a = \rho V_0 g$.

Қорытынды. Өздеріне қарсылық көрсетуші әсерлер пайда ететін сыртқы әсерлердің табиғаты әртүрлі болғанымен олардың механизмдері өте ұқсас екеніне көз жеткіздік. Серпімді деформация жағдайында әрбір бірлік ұзындықтағы деформациясынан, ал гидростатика жағдайында сұйықтың әрбір бірлік көлемінің ығысуынан пайда болатын қарсыласу әсерлерінің мәндерін білу арқылы жалпылама кері әсерлердің мәндерін анықтауға болады екен. Бірлік кері әсерлердің (коэффициенттердің) серіппемен сұйықтың табиғатына қатысты параметрлерге тәуелді болатыны ақиқат. Қорытқы әсерлерді осындай модельде анықтау тек Гук және Архимед күштеріне ғана қатысты деп ойламау керек, бұл механизм физика ғылымының кез-келген бөлімінде кеңінен қолданыс тапқан пропорциялық әдіс болып табылады.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Арнольд В. И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук. М., Наука, 1989 г., 96 с.
- 2 Боголюбов А. Н. Гук Роберт // Математики. Механики. Биографический справочник. – Киев: Наукова думка, 1983. – 639 с.
- 3 Родригес, Энрике Грасиан. В поисках формы. Гук. Закон Гука // Наука. Величайшие теории. – М.: Де Агостини, 2015. – Вып. 40.
- 4 Эугенио М., Фернандес А. Архимед. Закон Архимеда. Де Агостини, 2015.–236 с.
- 5 Адлер Д.А. По закону Архимеда. Махаон, 2020.–32 с.
- 6 Netz Reviel, Saito Ken, Tchernetska Natalie. A New Reading of Method Proposition 14: Preliminary Evidence from the Archimedes Palimpsest (Part 1) // Sciamus. – 2001. – Vol. 2. – P. 9 – 29.
- 7 Batchelor G.K. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University. –2000. 631 pp.
- 8 Снопов А.И. О законе Архимеда. // УСО, 2010. № 9, с. 215 – 218.

REFERENCES

- 1 Arnold V.I. Huygens and Barrow, Newton and Hooke. M., Nauka, 1989 y., 96 p.
- 2 Bogolyubov A. N. Hooke Robert // Mathematics, Mechanics Biographical directory. Kiev: Naukova dumka, 1983. – 639 p.
- 3 Rodriguez, Enrique Gracian. In search of a form.Hooke. Hooke’s Law // The science. The greatest theories. – М.: De Agostini, 2015. – Issue. 40.
- 4 Eugenio M., Fernandez A. Archimedes. Archimedes’ law. De Agostini, 2015.–236 p.
- 5 Adler D.A. According to Archimedes’ law. Makhaon, 2020.–32 p.
- 6 Netz Reviel, Saito Ken, Tchernetska Natalie. A New Reading of Method Proposition 14: Preliminary Evidence from the Archimedes Palimpsest (Part 1) // Sciamus. – 2001. –Vol. 2. – P. 9 – 29.
- 7 Batchelor G.K. An Introduction to Fluid Dynamics. Cambridge University. –2000. 631 pp.
- 8 Snopov A.I. About the law of Archimedes. // USO, 2010. № 9, pp. 215 – 218.

Т. Б. КОШТЫБАЕВ¹, Ш. А. АЛИЕВ², Т. Б. ДИКАМБАЙ³, М. Е. АЛИЕВА³

¹Казахский национальный женский педагогический университет,
Алматы, Казахстан;

²Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева,
Бишкек, Кыргызстан;

³Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
Алматы, Казахстан

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ ЗАКОНОВ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ И ГИДРОСТАТИКИ

Согласно третьему закону Ньютона в природе действие одного тела на другое порождает противодействие. Это наилучшим образом проявляется в законах упругой деформаций и гидростатики, которые не схожи по своей природе, но идентичны по математическому механизму. В статье показано сравнительный и идентичный подход получения выражений силы упругой деформаций и Архимедовой силы. Суммарные значения противодействующих сил определены через значения сил, возникающих при упругой деформации единицы длины пружины и вытеснения жидкости единичного объема. Оценены значимости коэффициентов упругих деформаций и гидростатики и их зависимость от физических свойств пружины и жидкости.

Ключевые слова: деформация, механическое напряжение, плотность, жидкость, вес, гидростатика, пружина.

KOSHTYBAYEV T.¹, ALIYEV S.², DIKAMBAI T.³, ALIYEVA M.³

¹ Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

² Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, Kyrgyzstan

³ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

MATHEMATICAL IDENTITY OF THE LAWS OF ELASTIC DEFORMATIONS AND HYDROSTATICS

According to Newton's third law, in nature, the action of one body on another generates a reaction. This is best manifested by the laws of elastic deformation and hydrostatics, which are not similar in nature, but identical in mathematical mechanism. The article shows a comparative and identical approach to obtaining expressions of elastic deformation force and Archimedean force. The total values of the counteracting forces are determined through the values of the forces arising from the elastic deformation of the unit length of the spring and the displacement of a liquid of a single volume. The significance of the coefficients of elastic deformations and hydrostatics and their dependence on the physical properties of the spring and fluid are estimated.

Key words: deformation, mechanical stress, density, fluid, weight, hydrostatics, spring.