

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Ш. ЕСЕНОВ атындағы КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ
ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ
«Теңіз техникасы және технологиялары» кафедрасы

Қабылбекова В. В.

Кеме энергетикалық қондырғыларын автоматтандыру

*5B071500 «Теңіз техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша күндіз
және сырттай оқитын студенттерге арналған практикалық сабақтарға
әдістемелік нұсқаулар*

Ақтау, 2011ж

ӘОЖ

Т.ғ.к., аға оқытушы В. В. Қабылбекованың редакциясымен

Кеме энергетикалық қондырғыларын автоматтандыру: әдістемелік нұсқаулар/ құраст. В. В. Қабылбекова. – Ақтау: Ш. Есенов ат. ҚМТЖИУ баспасы, 2011. - 51.

Сұйықтықтың температурасы деңгейін, айналу жиілігін, жұмсалуын, деңгейін өлшегіштер қарастырылған. Кеме жүйелерінің: санитарлық, кептіру, балласт, отын, жүк және басқа жүйелерінің автоматтандырылуы көрсетілген. Бақылау жұмысын орындау үшін тапсырмалардың нұсқалары берілген.

5В071500 «Теңіз техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша күндіз және сырттай оқитын студенттерге арналған.

Ш. Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инжиниринг университетінің ұсынылған оқу-әдістемелік кеңесінің шешімімен мақұлданды

© Ш. Есенов атындағы ҚМТЖИУ, 2011 ж

Шартты белгілер

АПС – АЕС - апатты-ескерту сигнализациясы
АСР – АРЖ - автоматты реттеу жүйесі
АСУ – АБЖ - автоматтандырылған басқару жүйесі
ВРШ – РҚБ - реттелмелі қадам бұрамасы
ВФШ – ОҚБ - орнықтырылған қадам бұрамасы
ГД – БҚ – бас қозғалтқыш
ГРЩ – БҮҚ - бас үлестіру қалқаны
ГТУ – ГТҚ - газ-турбина қондырғысы
ДАУ – ҚАБ - қашықтан автоматты басқару
ДВС – ДЖҚ – іштен жану қозғалтқышы
ДГ – ДГ - дизель-генератор
ЖОС – ҚКБ - қатаң кері байланыс
ЗУ – БҚ - бергіш құрылғы
ИО – АО - атқарушы орган
ИОС – ИКБ - изодробты кері байланыс
КИП – БӨА – бақылау-өлшеу аспаптары
МКО – МҚБ - машина-қазан бөлімі
МПУ – ЖБП – жергілікті басқару посты
ПТУ – БТҚ - бу-турбина қондырғысы
ОР – РО – реттеу объектісі
ОУ – БО – басқару объектісі
ОРН–ЖКР- жалпы кернеу реттегіш
СМ - сервомотор
СУ – СҚ – салыстырғыш (санағыш) құрылғы
СЭУ – КЭҚ – кемеңің энергетикалық құрылғысы
ТНВД – ҚЖОС – қысымы жоғары отын сорғысы
УУ – БҚ – басқарушы құрылғы
ЦПУ – ОБП – орталық басқару посты
ЧЭ – СЭ – сезгіш элемент

1. Өлшеу органдары

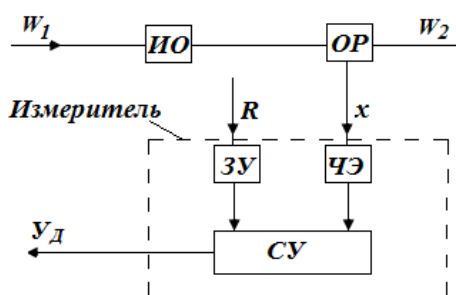
Автоматты реттеу, бақылау және қорғау техникалық құралдарының ажырамас құрамдас бөлігі өлшеу органы болып табылады, бұдан әрі ол өлшегіш деп аталады. Өлшегіштен әр түрлі параметрлердің мәндері немесе олардың берілген мәндерден ауытқуы туралы ақпаратты жете әзірлеу үшін қызмет етеді. Өлшеудің мәнісі x параметрінің шын мәнін берілген x_3 параметрінің мәнімен салыстыруда жатыр.

Кез келген өлшегіш (1-сурет) функционалдық тұрғыда *сезгіш элементтен, бергіш және салыстырғыш (санағыш) құрылғыларынан* тұрады. Зерттеліп отырған ортамен тікелей жанаса отырып, СЭ өлшенетін параметрді салыстыру үшін ыңғайлы сигналға түрлендіреді. Ұқсас сигнал R тапсырма уставкасы айқындайтын мәнмен БҚ-да қалыптастырылады.

СЭ мен БҚ сигналдары күш салу, орын ауыстыру, электр тогы немесе басқа параметр түрінде СҚ-ға кірер орынға барып түседі. Бұл шамалар келістірілмеген (үйлеспеген) жағдайда СҚ-ның шығатын орнында y_0 өлшегіштің сигналы пайда болады.

Егер өлшеніп жатқан Δx параметрінің мәнімен өзгеруімен СҚ-ның Δy_0 шығу сигналының мәні де бір мағыналы өзгерсе, онда мұндай өлшегіш *аналогты* болып табылады. Өлшеніп жатқан физикалық шаманы басқа физикалық шаманың параметріне түрлендіретін аналогты өлшегіштер *бергіштер* деп аталады.

Егер өлшенетін параметрдің белгілі бір табалдырықтық мәнге дейін өзгеруімен СҚ-ның шығу сигналы сатылы (релелі) түрде өзгерсе, онда мұндай өлшегіш *дискретті* болып табылады және *сигнализатор* деп аталады.



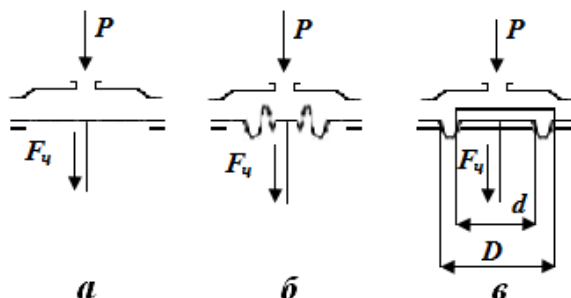
1-сурет. Өлшегіштің құрылымдық сұлбасы

Барлық өлшегіштер өлшейтін параметрінің тегі, әрекет ету принципі және құрылымдық жасалуы бойынша ажыратылады.

2. Қысымды және қысым айырымын өлшегіштер

КЭЖ-та қысымды өте кең диапазонда өлшеуге тура келеді. Қысымды өлшеуге арналған СЭ, әдетте, серпімді әрі иілгіш элементтер болып табылады, олар ортаның қысымынан туындаған күштің әсерімен деформацияланады. Бұл күш әдетте өлшегіштің СҚ-ның таразы жүйесінде серіппенің әрекет күшімен теңгеріледі. Аз қысымды өлшеу үшін жазық иілгіш және қатаң мембраналар қолданылады (2-сурет, а). Иілгіш мембраналар аэростатты матадан немесе

дюритті резеңкеден жасалады. Тоттанбайтын болаттан және бериллий қоласынан жасалған қатаң мембраналардың таралу ауқымы шектеулі, олардың кемшілігі - орын ауыстыру диапазоны шағын. Мембрананың жүрісін ұлғайту үшін оны ойыстығы өлшенетін қысымның жағына қарай бағытталған гофрмен жасайды (2-сурет, б).



2-сурет. Мембраналық қысым сезгіш элементтері:

a - жазық мембранамен; *б* - гофрланған мембранамен; *в* - қатаң орталығы бар

P өлшенетін ортаның қысымын мембраналық СЭ күш салуға түрлендіреді

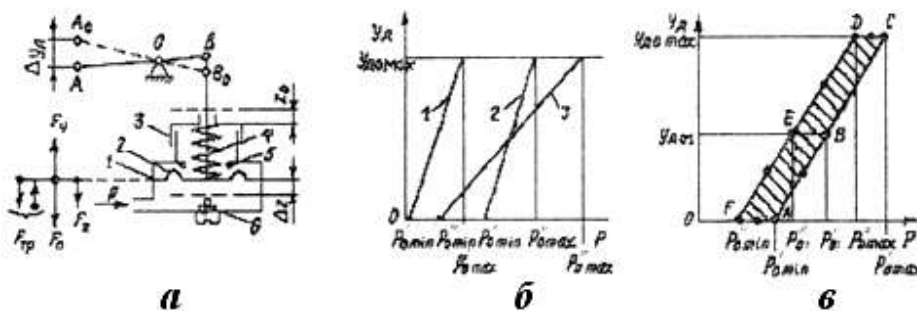
$$F_q = P f_a,$$

мұндағы f_a - мембрана ауданының бір бөлігі, ол күш салуды береді және *активті аудан* деп аталады.

Мембрана дамытатын күшті қатаң центрді қолдану арқылы ұлғайтуға болады (2-сурет, в), сонда оның активті ауданы былай деп анықталады

$$f_a = \frac{\pi}{12} (D^2 + Dd + d^2),$$

мұндағы d - қатаң центр диаметрі ($0,8D$ - мембрананың жылжымалы бетінің максималды диаметрі аспауға тиіс).



3-сурет. Мембраналық қысым өлшегіші және сипаттамалары:

a - принципті сұлбасы; *б* - идеалды өлшегіштің статикалық сипаттамалары;

в - сезімсіздікті ескергендегі статикалық сипаттамасы

Өлшегіштердің статикалық және динамикалық режимдерде жұмыс істеуінің заңдылығын мембраналық қысым өлшегіштің мысалында айқындаймыз. Өлшегіштің кіретін сигналы I (3-сурет, а) P өлшенетін ортаның қысымы, ал шығатын сигналы AB рычагының қалпы болып табылады, ол A нүктесінің $\Delta y_{л}$ орын ауыстыруымен анықталады. Орныққан режимде ортаның қысымынан мембранаға әсер ететін F_q күші (ұстап тұрушы күш) серіппенің әрекет күшінің (қалпына келтіруші күштің) $4F_{п}$ және өлшегіштің

буындарындағы құрғақ үйкелістің күшінің P_n қосындысымен теңгеріледі

$$F_q = F_n \pm F_{тр}.$$

Құрғақ үйкеліс күштері буындардың қозғалысын тежеуге ұмтылып, F_q күші ұлғайғанда оң белгімен және ол азайғанда теріс белгімен әрекет етеді. Оңайлату үшін одан әрі біз құрғақ үйкеліс күштерінің әсерін елемейміз. Сонда 2 мембрананың қатаң центрінің b тіректен тартып қайта жіберу сәті үшін ұстап тұрушы және қалпына келтіруші күштердің арақатынасын былай деп елестеруге болады

$$P_{min}^o f_a = c z_0,$$

мұндағы P_{min}^o и f_a - тартып қайта жіберу қысымы және мембрананың активті ауданы;

c және z_0 – серіппенің қатаңдығы және алдын ала тартылып қысылуы.

c қатаңдық серіппені ұзындық бірлігіне деформациялау үшін қажетті күшпен анықталады. *Цилиндрлі серіппелер үшін қатаңдық тұрақты болады* және жұмыс істейтін орамдардың геометриялық мөлшерлеріне, санына және материалдың серпімділігіне байланысты болады.

4 серіппенің z_0 алдын ала тартылып қысылуы 3 реттегіш бұраманың 1 өлшегіштің корпусына қатысты айналуымен белгіленеді.

Алынған арақатынастан шығатыны, әр өлшегіш үшін мембрананың шектеу тірегінен тартып қайта жіберу қысымы серіппенің алдын ала тартылып қысылуына z_0 пропорционал

$$P_{min}^o = \frac{c}{f_a} z_0.$$

P_{min}^o қысымның ΔP шамасына ұлғаюымен ұстап тұрушы және қалпына келтіруші күштердің айрмасымен анықталатын қозғалтқыш күш пайда болады, ол Δz мембрананың орын ауыстыруын туғызады. Ньютонның екінші заңы бойынша күштердің бұл айырмасы өлшегіштің қозғалып бара жатқан массаларының инерциясының күшімен F_j теңгеріледі:

$$F_j = F_q - F_n.$$

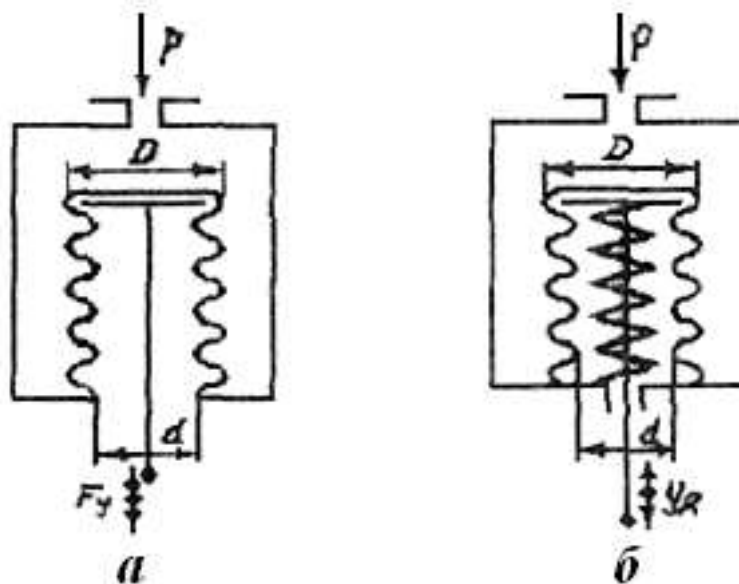
Сильфонды қысым өлшегіштер (гармоникалық мембраналар) (4-сурет) гофрланған серпімді металл түтікшелер болып келеді, олардың бір ұшы түпшемен жабылып, онысы активті ауданды түзеді. Өлшенетін ортаның қысымы P түпшеге $F_q = f_a P$ күшпен әсер етеді, мұндағы $f_a \approx \frac{\pi}{4} \left(\frac{D+D}{2} \right)^2$ - сильфонның активті ауданы. Өлшегіште (4-сурет, б) бұл күш сильфонның (оның өзінің қатаңдығы есебінен) және қосымша серіппенің серпімділік күштерінің қосындысымен теңгеріледі. Өлшегіштің шығу сигналы штоктың Δu_d орын ауыстыруы болып табылады.

Сильфонды бергіштер кең диапазонда әр түрлі орталардың қысымдарын өлшеу үшін қолданылады $\left[(0,098 - 98) \cdot 10^5 \text{ Па} \left(0,1 - 100 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \right) \right]$.

Шағын қысымдарды өлшеу кезінде серіппе болмауы мүмкін. Бұл жағдайда

әрекет ететін күш сифонның өзінің серпімділігі есебінен толығымен теңгеріледі. Сифонның қатандығы оның геометриялық мөлшерлеріне, материалына, гофлардың санына және қабаттардың санына байланысты. Жоғары қысымдарды өлшеу үшін сифонның қабырғасының қалыңдығын ұлғайту қажет, бұл оның қатандығының артуына әкеледі. Бұл жағдайда *қажетті беріктігіне* қарай сифонды екі-үш қабатты етіп, оның қатандығын азайтуға болады.

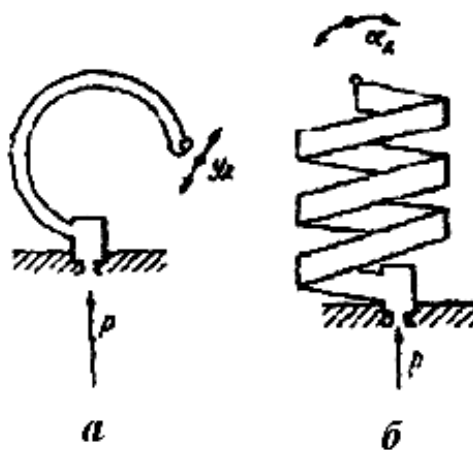
Сифондарды төмен және орта қысымдар үшін берилі қоласының және жоғары қысымдар үшін тоттанбайтын болаттың тампагынан және жартылай тампагынан жасайды.



4-сурет. Сифонды қысым өлшегіштер:
a - қосымша серіппесі жоқ; *б* - қосымша серіппесі бар

Сифондар дәнекерлеудің немесе пісірудің көмегімен бекітіледі. Дәнекерлеу жұмысы қышқылды қолданбастан қалайы припойлармен атқарылады. Беттерге алдын ала қызмет көрсету кезінде қышқылды қолдануға жол беріледі, артынан бетті жылы сумен жуу керек.

Манометрлік түтікше, немесе *Бурдон түтікшесі* (5-сурет, *a*) қимасы эллипс немесе тік төртбұрыш тәріздес, радиусы бойынша иілген серпімді металл түтікше болып келеді. Қозғалмайтын етіп бекітілген түтікшенің ұшына өлшенетін қысым P келтіріледі, ол аудандары әр түрлі болатын оның ішкі беттеріне әсер етеді де, ауданы үлкенірек бетке қарай бағытталған күш салуды түзеді. Бұл күш салу түтікшенің өзінің серпімділік күшімен теңгеріледі. Өлшегіштің шығу сигналы түтікшенің Δu_d бос ұшының орын ауыстыруы түрінде қысымның ΔP өзгеруіне пропорционал болады. Қысым жоғарылағанда түтікше түзеледі, ал төмендегенде – иіледі.



5-сурет. Түтікшелі қысым өлшегіші:
a - Бурдон түтікшесі; *б* - геликоидальді серіппе

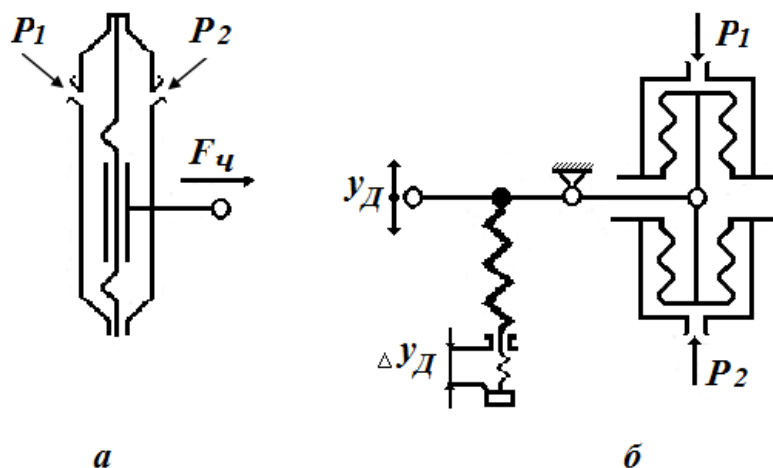
Бурдон түтікшесінің артықшылығы - оның механикалық беріктігі жоғары, құрылмасы қарапайым және желілік сипатта өлшенетін қысымдардың диапазоны кең, мұның өзі оны бақылау-өлшеу аспаптарында және автоматты құрылғылар аспаптарында кеңінен пайдалануға мүмкіндік береді. Металл мембраналар мен Бурдон түтікшелері жұмыс аймағында серіппе қасиеттеріне ие болады және іс жүзінде оларда қалдық деформация жоқ (гистерезис тұзағы жоқ). Сипаттаманың желілік учаскесінде өлшенетін қысымдардың диапазоны түтікшелі серіппенің серпімділігі шегімен айқындалады, ал оның мәні, ең алдымен, түтікше қимасының осьтерінің қатынасына, оның қабырғаларының қалыңдығына, материалдың механикалық қасиеттеріне және серіппенің дөңгелену радиусына байланысты болады. Өлшенетін шекті қысымдардан асу серіппенің қалдық деформациясын туғызады, ал іске пайдалану кезінде бұған жол беруге болмайды.

98-10⁵ Па (100 кгс/см²) дейінгі қысымдарды өлшеу үшін түтікшелі серіппелерді латунь немесе қоладан, ал неғұрлым жоғары қысым үшін болаттан жасайды.

Геликоидальді серіппе (5-сурет, *б*) қимасы эллипс тәріздес, спираль бойынша бұралған серпімді металл түтікше болып келеді. Түтікшенің қозғалмайтын етіп бекітілген ұшына өлшенетін қысым P келтіріледі. Геликоидальді серіппенің және Бурдон түтікшесінің әрекет ету принциптері ұқсас. Өлшегіштің шығу сигналы түтікшенің бос ұшының бұрышпен орын ауыстыруы Δa_d болып табылады. Геликоидальді серіппелер қысым аз өзгергенде шығу буынының үлкен орын ауыстыруы қажет болған жағдайларда қолданылады.

Қысымдардың айырымы $\Delta P = P_1 - P_2$ көп жағдайда сұйықтықтың немесе газдың жұмсалудың, сондай-ақ құбыр учаскесінің кедергісін айқындау үшін өлшенеді. 98 - 1570 Па аралығындағы (10 - 1600 мм су бағ.) қысымдардың шағын айырымдарын өлшеу кезінде аэростатты матадан, дюрит резеңкеден немесе фольгадан жасалған иілгіш мембраналар түріндегі СЭ пайдаланылады (6-сурет, *a*). P_1 және P_2 өлшенетін қысымдар мембрананың екі жағында да бергіштің саңылауларына келтіріледі, оның қатаң центрінде олардың айырмасына және неғұрлым аз қысым жағына бағытталуына пропорционал F_v күш салу жасалады. Бұл күш салу шток арқылы СК өлшегішінің өлшеу жүйесіне беріледі. Шығу штоқы

корпуста сальникпен немесе сиффонмен тығыздалады. Екінші жағдайда шток жағынан келтірілген мембрананың активті ауданы тығыздағыш сиффонның активті ауданының шамасына кем болады.



6-сурет. Қысымның айырымын өлшегіштер:
a - мембраналық; *б* – сиффонды

Қысымдар айырымының сиффонды өлшегіштері кең тараған (6-сурет, *б*), олардың өлшейтін диапазоны мембраналық өлшегіштерге қарағанда анағұрлым кең. Бергіш активті ауданы бірдей екі сиффоннан тұрады, олар өлшенетін қысымдарды қарама-қарсы жақтарға бағытталған күштерге түрлендіреді. Қосқыш штокка келтірілген күштердің айырмасы серіппенің әрекет ету күшімен және сиффондардың өздерінің серпімділік күшімен теңгеріледі. Өлшегіштің шығу сигналы өлшеу жүйесі рычагының орын ауыстыруы Δy_d болып табылады, ол қысымдар айырымының өзгеруіне $\Delta(P_1 - P_2)$ пропорционал. Екісиффонды және екімембраналық өлшегіштердің сезгіштігі жоғары, өйткені штоктардың тығыздағыштарында құрғақ үйкеліс күштері жоқ.

3. Деңгей өлшегіштер

Сұйықтықтың деңгейін өлшеу үшін объектінің тұрпатына және болып жатқан процестердің сипатына қарай әр түрлі өлшегіш құрылғылар қолданылады. Ең қарапайымы қалтқылы деңгей өлшегіш болып табылады (7-сурет, *a*). Резервуардағы сұйықтық деңгейінің Δh өзгеруі қалтқының l қалпының өзгеруіне әкеледі. СЭ-нің шығу сигналы рычагтың 2 бос ұшының 3 тірекке қарағанда орын ауыстыруы $\Delta y_{\text{ч}}$ болып табылады.

Мембраналық деңгей өлшегіш (7-сурет, *б*) елімізде жасалған кемелерде бу қазандарын автоматтандыру кезінде кеңінен пайдаланылады. Қазанның барабанындағы су деңгейінің СЭ-і мембрана 5 болып табылады, ол өлшегіштің корпусын екі қуысқа бөледі. Мембрананың қатаң центріне жүк 6 асылып қойылған. Корпустың төменгі қуысы дроссельді клапан 7 арқылы конденсациялық ыдыспен 2 қосылған, онда конденсатты өткізетін түтік арқылы қазанға кері құюдың есебінен деңгейді тұрақты қалыпта ұстап тұрады, және мембранаға төменгі жақтан су бағанасы h_0 әсер етеді. Жоғарғы саңылауы қазан барабанының сулы кеңістігімен 1 қосылған: мембранаға жоғарғы жақтан су бағанасы әсер

етеді h_0 .

Су деңгейлерінің айырымынан $h = h_0 - h_1$ мембранаға әсер ететін күш жүктің массасының b және баптау серіппесінің 3 күштерінің сомасымен теңгеріледі:

$$h\rho qf_a = F_M + a_1 cz_0,$$

мұндағы p – судың тығыздығы;

q – ауырлық күшінің үдеуі (еркін құлау үдеуі);

f_a – мембрананың активті ауданы;

F_M – жүк массасының әрекет күші;

a_1 – табыстау коэффициенті;

c және z_0 – баптау серіппесінің қатаңдығы және алдын ала тартылып қысылуы.

Өлшегіштің статикалық бірқалыпты еместігін азайту және кемеңнің еңкеюінің әсерін төмендету үшін жүк b мембрананың қатаң центріне асылып қойылады. Жүктің әдеттегі массасымен деңгейлердің айырымынан болатын күштің 80%-ын теңгереді, ал қалған 20% күшті серіппенің 3 әрекетімен компенсациялайды. Өлшегішті берілген деңгейдің мәніне статикалық баптауды оның алдын ала тартылып қысылуын z_0 өлшеу арқылы жүзеге асырады.

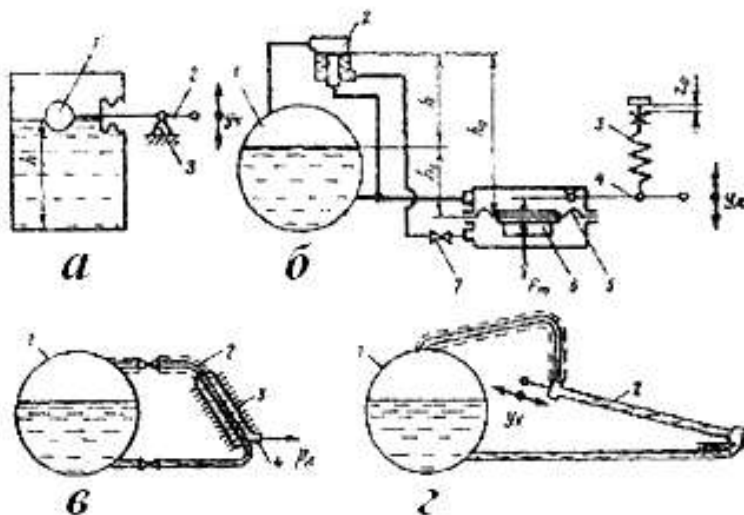
Қазандағы судың деңгейінің Δh өзгеруі мембранаға әсер ететін күштердің теңдігінің бұзылуына, оның майысуына, рычагтың 4 бұрылуына және оның шығатын ұшының пропорционал орын ауыстыруына Δu_d алып келеді.

Мембраналық өлшегіштердің артықшылығы олардың жоғары сезгіштігі және жылу инерциялығының жоқтығы болып табылады. Бұл өлшегіштің жұмысына қазындағы қысымның өзгеруі әсер етпейді, өйткені ол мембранаға екі жағынан да әсер етеді. Өлшегіштің жұмысына шайқалыстың әсерін импульсты арналарға дроссель тығырықтарын (шайбаларын) 7 орнату арқылы төмендетуге болады.

СЭ-тен және қысым өлшегіштен тұратын *термогидравликалық деңгей өлшегіш* (7-сурет, в) бу қазандарында қолданылады. Деңгейін СЭ-і қырлары бар қаптаманың ішінде 3 бекітілген болат түтікшеден 2 тұратын генератор болып келеді. Түтікшенің жоғарғы ұшы 2 қазанның бу-су барабанының 1 бу кеңістігімен, ал төменгісі су кеңістігімен қосылған, сондықтан қатынасатын ыдыстардың қасиеті бойынша олардағы судың деңгейі әрқашан бірдей болады. Түтікшенің 2 және қаптаманың 3 арасындағы кеңістік конденсатпен толтырылған және түтік 4 арқылы қысым өлшегішпен немесе қазанның қорек клапанын басқаратын мембраналық сервомотормен қосылады. СЭ орнату кезінде оның қазан барабанының горизонталь осіне еңкеюінің бұрышы шамамен 30° -қа тең болуы, ал оның ортасы барабандағы судың қалыпты деңгейіне сәйкес келуі керек.

Қазанның барабанында судың деңгейі өзгерген кезде сумен және бумен шайылатын түтікшенің 2 бетінің аудандарының арақатынасы өзгереді. Термодинамикадан білетініміздей, бу мен судың температурасы бірдей болғанда, будың жылу бергіштігі жоғарырақ, сондықтан су мен будың түтікшелер арқылы 2 бергіштің сақина кеңістігін толтырып тұрған конденсатқа беретін жылуының

мөлшері әр түрлі болады. Конденсатқа келтірілетін жылудың мөлшерінің өзгеруі оның булануын (судың деңгейі төмендеген кезде) немесе қаптаманың 3 қырлары арқылы жылудың қоршаған ортаға бірілуі есебінен конденсациялануын туғызады (судың деңгейі жоғарылағанда). Бұл сәйкесінше СЭ-тің шығатын жерінде конденсат буы қысымының P_d пропорционал жоғарылауына немесе төмендеуіне әкеледі. СЭ-ден конденсаттың қысымы импульсті түтікше арқылы қысым өлшегішке беріледі, оның шығу сигналы орын ауыстыру болып табылады.



7-сурет. Деңгей өлшегіштер:

a - қалтқылы; *b* - мембраналық; *в* - термогидравликалық; *г* – термостатикалық

Термогидравликалық деңгей өлшегіштің шайқалысқа сезгіштігі аз, бұл оның жылу инерциялығының жоғары болуымен түсіндіріледі, сондай-ақ механикалық қосылыстардың болмауынан оның статикалық сезімсіздігі шағын әрі шығу сигналының шамасы айтарлықтай үлкен, құрылуы жағынан қарапайым және іске пайдалануға ыңғайлы. Дегенмен оның бірқатар елеулі кемшіліктері бар, сол себептен оның қолданылуы шектеулі. Қазандағы будың параметрлерінің және қоршаған ортаның температурасының өзгеруі өлшегіштің шығу сигналының өзгеруіне әкеледі. Импульсті магистральдің немесе бергіштің қымталуының бұзылуы конденсаттың жылыстауына және қазанның апатына әкелуі мүмкін. СЭ-дің үлкен жылу инерциялығы жүктеменің қатты өзгеруі жағдайында қазандағы су деңгейінің кенет өзгеруіне өлшегіштің реакциясының баяу болуын, сондықтан оны кернеуі аз қазандарды автоматтандыру кезінде қолданады.

Термостатикалық деңгей өлшегіш (7-сурет, *г*) желілік кеңею коэффициенті жоғары, болаттан жасалған түтікше 2 болып келеді. Термостатикалық бергішті орнату термогидравликалық бергішті орнатқанмен ұқсас жүргізіледі. Түтікшенің 2 төменгі ұшы қозғалмайтын етіп бекітілген, ал жоғарғы бос ұшы орын ауыстыруы мүмкін. Қазанның 1 барабанында судың деңгейі өзгергенде бу мен суға толтырылған түтікшенің учаскелерінің ұзындығы өзгереді.

Бу мен судың жылу бергіштік коэффициенттерінің әр түрлі болуынан термостатикалық түтікшенің 2 температурасы мен ұзындығы өзгереді. Түтікшенің бос ұшының орын ауыстыруы Δu_4 деңгейдің өзгеруіне пропорционал және

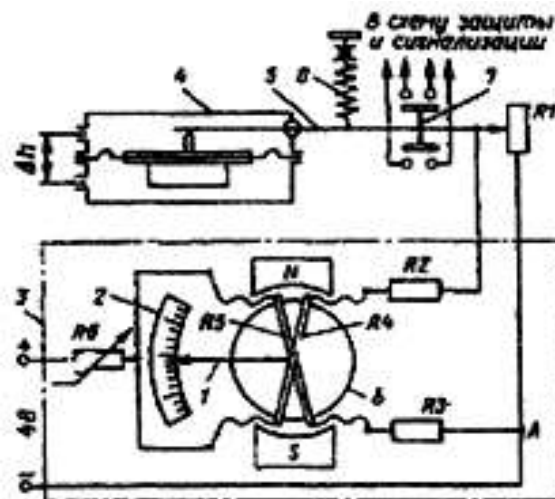
өлшегіштің шығу сигналы болып табылады.

Термостатикалық өлшегіш құрылымы жағынан карапайым, іске пайдалануға ыңғайлы, қызмет ету мерзімі ұзақ. Жылу инерциялығының жоғары болуынан аспап шайқалысқа әлсіз реакция береді, бірақ дәл осы себеппен оны суы аз, кернеуі жоғары қазандарға орнатуға болмайды және ол кемелерде кең тарамаған.

Деңгейді автоматты түрде бақылау жүйелерінде СЭ-нің шығу параметрі қашықтан табыстау үшін ыңғайлы сигналға түрлендіріледі.

Кемелердегі бу қазандарында қашықтан деңгей көрсеткіштер ретінде мембраналық СЭ-і бар көрсеткіштер 4 қолданылады (8-сурет). Деңгейдің өзгеруі Δh шығу рычагының 5 және онымен байланысты, логометрдің 3 өлшеу тізбегіне кіргізілген реохорд движогының $R1$ пропорционал орын ауыстыруына әкеледі.

Логометрдің әрекет ету принципі температураның компенсациялануымен кедергіні мост сұлбасымен өлшеуге негізделген. Логометрдің жылжымалы бөлігі бұрышпен айкастырылған екі рамкадан тұрады, олардың $R4$ $R5$ белсенді кедергілері бар индуктивтілік катушкаларына ток спиральді талшықты серіппелер арқылы келеді. Рамкалардың осінде мензер 1 бекітілген, ол аспаптың бағанасының 2 бойынмен орын ауыстырып тұрады. Рамкалар өзектің 8 және тұрақты магниттің N мен S полюстерінің арасында, магнит жүйесінің ауа саңылауынан магнит өрісінің кернеуі әр түрлі болатын кеңістікте айналып тұрады.



8-сурет. Мембраналық логометриялық деңгей өлшегіштің сұлбасы

Аспаптың оңайлатылған принципті сұлбасы бойынша ток тұрақтандырылған қорек көзінен A нүктесінде тармақталады да, $R3 + R5$ және $R1 + R2 + R4$ кедергілерімен тізбектердің бойымен өтеді. Ток рамкалармен өтіп, олардың айналасында магнит өрістерін құрады, олар тұрақты магнит өрісімен өзара әрекеттесіп, екі айналдырушы моментті түзеді. Рамкалардың қосылуында бұл моменттер бір-біріне қарай бағытталады және олардың бірі айналдырушы, басқасы қарсы әрекет етуші болады. Қалыптасқан режимде өрістердің өзара әрекеттесуінен моменттер теңгерілген және рамка қозғалмайды.

Реохорд қозғалтқышы ығысқан кезде кедергі $R1$ және тізбектегі токтың күші өзгереді, және күтер моментінің тепе-теңдігі бұзылады, олардың айрмасының

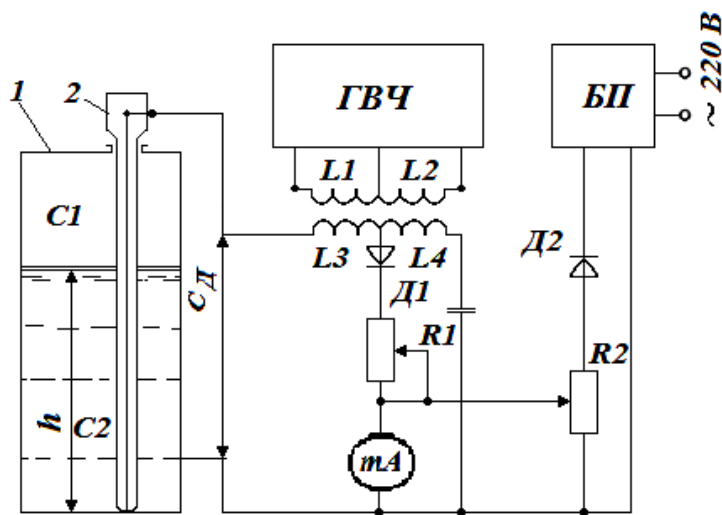
әсерімен рамка мен меңзер бұрылады. Нәтижесінде үлкен тогы бар рамка тұрақты магниттің әлсіз магнитті өріс облысына қарай, ал тогы аздау рамка күшті магнитті өріс облысына қарай ығысады. Рамкалардың бұрылуына қарай моменттердің теңдігі қалпына келеді де, қозғалыс тоқтайды. Қарастырылған өлшегіште Δh деңгейдің өзгеруі реохорд движогының пропорционал ығысуын, ал оның ығыының кедергісінің $\Delta R1$ өзгеруін және аспап меңзерінің орын ауыстыруын туғызады.

Кедергі $R6$ қоршаған ортаның температурасы өзгерген кезде өзгереді және оның логометр көрсеткіштеріне әсерін компенсациялайды.

Қазанның су өлшегіш әйнегі бойынша мәннің және логометр көрсеткішінің арасындағы сәйкестік деңгей өлшегіштің баптау серіппесінің 6 алдын ала тартылып қысылуын өзгерту арқылы реттеледі. Деңгей шекті төмендегенде немесе жоғарылағанда 5 рычагқа бекітілген 7 зәкір қорғаныс және сигнализация тізбектерінің түйіспелерін тұйықтап, олардың іске қосылуын туғызады. Деңгейдің шекті мәндеріне баптау зәкір мен түйіспелердің арасындағы саңылауларды өзгерту – соңғыларын ығыстыру арқылы жасалады.

Цистерналар мен танктердегі судың, отынның, майдың немесе басқа сұйықтықтардың деңгейін өлшеу үшін сыйымдылықты бергіштері бар электронды деңгей өлшегіштер қолданылады.

Қашықтан сыйымдылықты деңгей өлшегіштің жұмыс істеу принципін оңайлатылған принципті сұлбасы бойынша қарастырайық (9-сурет). Деңгей бергіші конденсатор C_d болып келеді, оның бір обкладкасы металл резервуардың 1 қабырғаларының беті, ал басқасы – резервуарда вертикаль бекітілген зонд өткізгішінің беті 2 болып табылады.



9-сурет. Сыйымдылықты деңгей өлшегіштің сұлбасы

Зонд өткізгіші фторопласттан жасалған қымталған оқшаулағыш сыртқабықшаға орналастырылған. Датчиктің сыйымдылығы C_d резервуардағы сұйықтықтың деңгейіне байланысты, ол сұйықтықтың бетінен жоғарырақ орналасқан бергіштің бөлігінің $C1$ сыйымдылығынан және төменірек орналасқан $C2$ сыйымдылығынан құралады. Сұйықтық пен ауаның немесе оның бетінің үстіндегі газдар қоспасының әр түрлі диэлектрлік қасиеттері бар, дегенмен

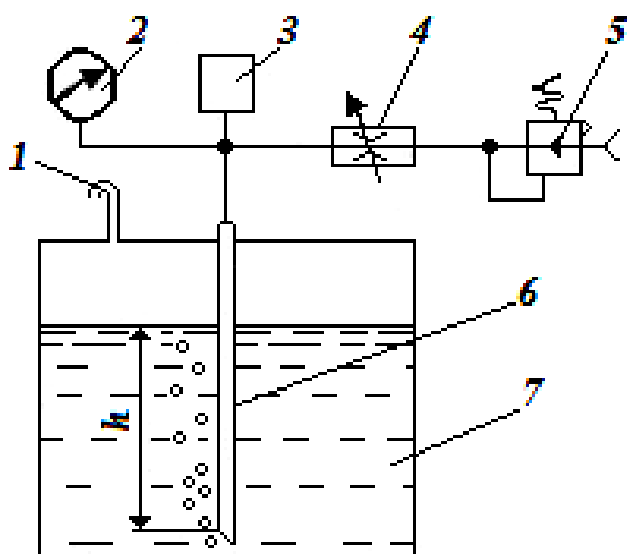
бергіштің жиынтық сыйымдылығы $C_d = C1 + C2$ сызықтық түрде сұйықтықтың деңгейіне байланысты болады және оның шығу параметрі болып табылады.

Аспаптың өлшегіш бөлігінің әрекет ету принципі бергіштің сыйымдылығын C_d көпірмен өлшеу әдісіне негізделген. БП қорек блогынан қорек ЖЖГ жиілігі жоғары генераторға беріледі, ал одан жиілігі жоғары ток $L1$ мен $L2$ индуктивтілік катушкаларына барып түседі. Бұл катушкалардан ауыспалы ток көпірінің екі иығын құрайтын $L3$ мен $L4$ катушкаларында жиілігі жоғары тербелістер индукцияланады. Басқа екі иығын C_d мен $C3$ конденсаторлар құрайды. Көпірдің диагоналіне жиілігі жоғары ауыспалы ток беріледі де, ол Д1 диодымен түзетіліп, $R1$ резистор арқылы миллиамперметрге (көрсетуші аспапқа) барады. Аспаптың бағанасы деңгей бірліктерімен немесе процентпен градуирленген. Резервуардағы сұйықтың деңгейі нөлдік мәнде болғанда меңзерді «О» қалпына орнату үшін токты кері бағытта ҚБ-нан $R2$ ауыспалы резистор арқылы беру көзделген, бұл аспаптың қорытқы тогын нөлге келтіруге мүмкіндік береді.

Резервуарда сұйықтықтың деңгейі өзгергенде C_d бергіштің сыйымдылығы өзгереді, токтардың тепе-теңдігі бұзылады, және көрсетуші аспаптың меңзері олардың айырмасына пропорционал шамаға ауытқиды. Деңгейдің мәні максимал болғанда аспап көрсеткіштерінің сәйкессіздігін $R1$ ауыспалы резистордың көмегімен түзетіп және $R2$ резистордың көмегімен нөлді түзетіп, жою қажет.

Сұйықтықтың сұрыбы ауыстырылған кезде өлшегішті түзеу қажет. Тұтқыр орталармен жұмыс жасау кезінде зондқа «жан-жағынан жабысу» байқалады, бұл өлшеу қателіктерінің ұлғаюына әкеледі. Мұны жою үшін зондты мезгіл-мезгіл тазартып отырған жөн.

Балласт және отын танктерінде сұйықтықтың деңгейін өлшеу үшін пневмеркаторлық жүйелер кеңінен қолданылады (10-сурет).



10-сурет. Пневмеркаторлық деңгей өлшеу жүйесінің сұлбасы

Деңгей өлшегіштің СЭ рөлін төменгі бос ұшы танктің түбіне 7 жақын орнатылған вертикаль түтікше 6 атқарады. Редуктор 5 пен дроссель 4 арқылы оның жоғарғы ұшына сығылған ауа келтіріледі. Сұйықтық түтіктің ішінен 6 ауамен

ығыстырылып шығарылады, ол көпіршіктер түрінде бетке көтеріледі де, түтікше l арқылы атмосфераға шығарылады. Сұйықтықтың тығыздығы ρ тұрақты болғанда түтіктегі h ауаның қысымы P_B танктегі сұйықтықтың деңгейімен h бір мағыналы сипатталады, яғни $P_B = h\rho$. Бұл қысым деңгейдің өлшем бірліктерімен градуирленген бағанасы бар манометрмен 2 өлшенеді. Әр аспаптың бағанасы сұйықтықтың белгілі бір тығыздығы бойынша градуирленіп, оның мәні көрсетіледі. Отын-балласт танктерінде деңгейді өлшеу үшін аспап екі бағанамен жаракталуы мүмкін, олардың бірі бойынша отынның деңгейін, басқасы бойынша судың деңгейін анықтайды.

Өлшеудің дәлдігі цистернадағы сұйықтықтың және аспап есептеліп жасалған сұйықтықтың тығыздықтарының қаншалықты ерекшеленетініне, сондай-ақ h түтік арқылы ауа ағысының қозғалыс қарқындылығына байланысты. Ауаның берілуі 5 редуктордың бапталуымен реттеледі және танкте сұйықтықтың деңгейі максимал болғанда ол минимал болуға тиіс (секундына бір-үш ауа көпіршігі шығу керек). Деңгейдің максимал мәні туралы ақпаратты 3 максимал қысым релесін баптау арқылы алуға болады.

4. Температура өлшегіштер

Температураны анықтау ең күрделі әрі көп еңбек етуді қажет ететін, денелердің арасындағы жылу алмасуға негізделген өлшеу процестерінің бірі болып табылады. Бақыланатын ортамен жылулық түйісетін, көрсеткіштері бойынша ортаның температурасы анықталатын аспаптар *термометрлер*, ал температураны реттеуге арналған құрылғылар *термореттегіштер* деп аталады. Термометрлердің және термореттегіштер өлшегіштерінің ажырамас құрамдас бөлігі физикалық қасиеттері қыздыру кезінде өзгертін СЭ болып табылады. Өлшегіштерді *механикалық және электрлік* деп бөледі.

Механикалық өлшегіштерге әрекеті сұйық немесе қатты денелердің жылудан кеңеюіне немесе тұйықталған жүйелерде газдардың не булардың қысымының өзгеруіне негізделген өлшегіштер жатады. Мұндай өлшегіштердің шығу сигналдары орын ауыстыру немесе күш салу болып табылады, олар бір мағыналы түрде температураның өзгеруі деп анықталады.

Сұйықтықты температура өлшегіштердің жұмысы қыздыру кезінде сыртқабықшаның және оның ішіндегі сұйықтықтың әркелкі (бірдей емес) кеңеюіне негізделген. Мұндай өлшегіштердің мысалы бағанадан және дәнекерлеп жапсырылған мөлдір капилляр түтікшесі (капилляры) бар баллончиктен тұратын әйнек термометрлер болып табылады. Баллончикті толтыру үшін кеңею коэффициенті сыртқабықшаға қарағанда $15-30$ есе үлкен сұйықтық таңдап алынады. Сондықтан температураның артуы сұйықтық көлемінің ұлғаюын және оның сыртқабықшадан капиллярға ығыстырылып шығарылуын туғызады, ол жерде сұйықтық жиегінің бағана бойынша қалпы температураның мәнін анықтайды. Сыртқабықшаны және капилляр түтікшелерді әйнектен немесе кварцтан жасайды. Толтырғыштар ретінде сұйықтықтар (спирт, толуол немесе пентан) немесе аққыш металдар (сынап немесе галлий).

Сұйықтықты температура өлшегіш (11-сурет, *a*) бір-бірімен иілгіш металл капиллярмен 2 байланысқан металл термометроннан 1 және сифондық

камерадан 3 тұрады. Олардың ішкі қуысы қымталған және өлшенетін температуралардың диапазонына байланысты толығымен глицеринмен, ксилолмен немесе сынаппен толтырылады.

Термопатрон бақыланатын орта аймағына қойылады, оның температурасы ұлғайғанда толтырғыштың көлемі ұлғаяды және оның капиллярымен сильфон камерасына ағып барады, соның нәтижесінде соңғысының түпшесі орын ауыстырады. Өлшегіштің шығу сигналы сильфонның түпшесімен қатаң қосылған 5 штоктың Δu_d орын ауыстыруы болып табылады. Орын ауыстыру Δt температураның өзгеруіне пропорционал, яғни өлшегіштің статикалық сипаттамасы сызықтық болады. Температура төмендегенде толтырғыштың көлемі азаяды да, сильфонның түпшесі 4 қайтару серіппесінің әсерімен кері бағытта қозғалады. Сұйықтықты өлшегіштердің орнын ауыстырып қою күші үлкен. Дегенмен оларға қоршаған ортаның температурасының әсері тиеді, сонда қоршаған және бақыланатын орталардың температураларының айырмасы неғұрлым аз болса, бұл әсер соғұрлым қаттырақ байқалады.

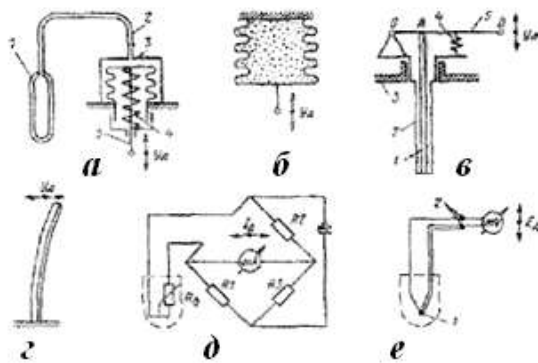
Термометриялық жүйенің қатты толтырғышы бар өлшегішінің әрекет ету принципі мен қасиеттері осыған ұқсас. Өлшегіш қатаң бекітілген сильфон түрінде жасалады (11-сурет, б), оның ішкі қуысы қымталған және аморфты денемен (әдеттегі балауызбен) толтырылған. Сильфонмен ұласып жатқан ортаның температурасы өзгергенде, толтырғыштың көлемі ұлғайып, сильфон түпшесінің орын ауыстыруын туғызады. Бергіштің жылулық инерциялығын азайту үшін балауызды мыс үгінділерімен араластырады.

Дилатометриялық өлшегіш 2 түтікшеден (11-сурет, е) тұрады, оның астыңғы жағы дәнекерлеп бекітілген, түтікше арқылы еркін өтетін 1 өзегі бар түпшемен жабылған. Түтікшенің жоғарғы ұшы 2 бұрандалы штуцерге дәнекерлеп бекітілген, оның фланцында 1 өзекке 4 серіппемен қысылатын 5 бұрау рычагы бекітіледі. Бергіш құбыржолға немесе жылуалмастырғышқа 3 бекітіледі, ал 2 түтікше бақыланатын ортаға батырылады. Түтікше үшін жылуөткізгіштігі жоғары және өзектің материалына қарағанда сызықтық кеңею коэффициенті неғұрлым жоғары болатын материалды таңдайды. Түтікшелерді мыстан, латуньнен немесе болаттан, ал өзектерді инвардан (34% кобальт, 37% темір және 9% хром қорытпасы) жасайды, оның сызықтық кеңею коэффициенті мысқа қарағанда бес есе аз және болтақа қарағанда екі есе аз. 2 түтіккі қоршап жатқан ортаның температурасының Δt өзгеруі 1 өзектің жоғарғы ұшының Δl шамаға орын ауыстыруына әкеледі:

$$\Delta t = (\alpha_1 - \alpha_2) l_0 \Delta \vartheta,$$

мұндағы α_1 мен α_2 – түтікше мен өзек материалдарының сызықтық кеңею коэффициенттері;

l_0 - дилатометрдің активті ұзындығы.



11-сурет. Температура өлшегіштер:

a - манометриялық; *б* – көлемдік; *в* - дилатометриялық;
г - биметалл; *д* - термокедергісі бар; *е* – термоэлектрлік

I өзектің орын ауыстыруы *S* рычагтың *O* тірегіне қарағанда бұрылуына және оның *B* бос ұшының Δu_d шамасына пропорционал орын ауыстыруына әкеледі, бұл орын ауыстыру өлшегіштің сигналы болып табылады. Дилатометрлердің орнын ауыстырып қою күші үлкен. Дегенмен мұндай өлшегіштердің шығу сигналының мәні аз, ал жылу инерциясы елеулі.

Биметалл өлшегіштердің әрекет ету қағидасы осыған ұқсас. Олардың сезгіш элементі әр тектес металдардың екі пластинасынан дәнекерленіп жасалған жазық немесе спиральді серіппеден тұрады (11-сурет, *г*). Температура өзгергенде пластинаның екеуі де әр түрлі болып ұзарады да, жазық серіппенің бүгілуін немесе спиральді серіппенің бұралуын туғызады. Серіппенің бір ұшы қозғалмайтын етіп бекітілген, ал бос ұшының Δu_d орын ауыстыруы бергіштің шығу сигналы болып табылады. Дилатометриялық және биметалл бергіштердің ортақ кемшілігі - өлшеу дәлдігінің жоғары болмайтыны.

Термоманометриялық өлшегіштер құрылмасының жасалуы жағынан сұйықтықты өлшегіштермен ұқсас. Термоманометриялық бергіштердің әрекет ету принципі өлшенетін температура өзгерген кездегі жүйедегі толтырғыштың қысымының өзгеруіне негізделген. Осындай температура өлшегіштердің шығу тізбектері сифонды (қараңыз: 11-сурет, *a*) немесе түтіктік (қараңыз: 5-сурет) қысым өлшегіштер болып табылады. Толтырғышының тегі бойынша термоманометриялық өлшегіштер *бу-сұйықтықты* және *газды өлшегіштер* болып бөлінеді.

Бу-сұйықтықты өлшегіштерде термопатрондарды көлемінің шамамен 2/3 бөлігіне қайнау температурасы өлшенетін температурадан төмен болатын сұйықтықпен толтырады, ал қалған көлемін оның булары алып жатады. Өлшенетін температуралардың диапазонына байланысты сұйықтықтың түрі таңдап алынады: хлорметил (+20 ... +100°C), хлорэтил (0 ... +125°C), этил эфиірі (0 ... +150°C), ацетон (0 ... +170°C), бензол (0 ... +200°C). Бұдың қысымы ішкі диаметрі 0,3 мм жуық капиллярлы түтікшенің бойымен қысым өлшегішке қашықтан беріледі. Қысымның тасушысы спирт немесе глицериннің сумен қоспасы болып табылады, онымен капиллярдың және қысым бергішінің ішкі қуысы толтырылады. Бу-сұйықтықты бергіштердің жұмысына қоршаған

ортаның температурасының өзгеруі әсер етпейді, дегенмен олардың сызықтық емес статикалық сипаттамасы бар.

Газды бергіштер $49 \cdot 10^5$ Па қысыммен (50 кгс/см^2) толығымен азотпен немесе гелиймен толтырылады, температураларды кең диапазонда (-130 бастап $+550^\circ\text{C}$ дейін) өлшеу үшін қызмет етеді және олардың сызықтық статикалық сипаттамасы бар, бірақ олар сыртқы температура жағдайының әсерін алады.

Сұйық, қатты және газды толтырғыштары бар өлшегіштердің ортақ кемшіліктері - олардың жылу инерциялығы жоғары, өлшеу жүйесінің қымталуы бұзылған жағдайда оны жөндеудің қиынға соғатыны (көп жағдайда кеме жағдайында жөндеу мүмкін болмайды) және шығу сигналын табыстау аракыштықтары шектеулі.

Электрлі өлшегіштердің ішінде термокедергілері және термоэлектрлік температура бергіштері бар өлшегіштер ең кең тараған.

Термокедергілердің әрекет ету принципі терморезисторлардың (өткізгіштердің және жартылай өткізгіштердің) температурасы өзгерген кезде олардың активті кедергісінің өзгеруіне негізделген. Кедергі термометрі (11-сурет, *д*) Уитсон көпірінен тұрады, оның бір диагоналіне тұрақты кернеу келтірілген, ал басқа диагоналіне токты өлшейтін аспап (миллиамперметр) қосылған. Көпірдің үш иығына температура өзгерген кезде кедергілері өзгермейтін R_1 , R_2 , R_3 резисторлар қосылған, ал төртіншісіне өлшенетін температуралар аймағында орналастырылатын R_0 терморезистор қосылған. Кедергілердің мәндерін таңдағанда, 0° температурада аспаптың тізбегінде I ток болмауға, яғни теңгерілуге тиіс. Температура өзгергенде R_0 кедергінің мәні өзгереді, көпірдің тепе-теңдігі бұзылады да, оның диагоналімен I_d тогы ағады, ол бергіштің шығу сигналы болып табылады. Температураны көзбен көріп бақылау I_d токтың мәнін өлшейтін аспаптың көрсеткіштері бойынша жасалады, оның бағанасы $^\circ\text{C}$ -пен градуирленген. Терморезисторлармен өлшенетін температуралардың диапазоны ($-50 \dots +600^\circ\text{C}$) шектерінде жатыр.

Бергіштер қымталған қорғаныс корпустарымен жинақталады, бұл оларды механикалық зақымдаудан және ортаның агрессивті әсерінен қорғайды.

Терморезистор оқшаулағыш каркасқа оралған сым болып келеді. Өлшенетін температураның диапазонына және өлшегіштің сезгіштігіне қарай платина, мыс немесе никель сымын қолданады. Жартылайөткізгішті терморезисторлар ұнтақ тәріздес MnO_2 , CuO_3 , Fe_2O_3 , MnO және т.б. тотықтардың престелген және жоғары температурада қақтала жабыстырылған қоспасы болып келеді, және өткізгіштермен салыстырғанда олардың электр кедергісінің температуралық коэффициенті неғұрлым үлкен. Дегенмен олардың табыстау коэффициенті мәнінің температура тәуелділігі қатты білінетін сызықтық еместігімен және тұрақтылығының жеткіліксіздігімен сипатталады, мұның өзі олардың қолданылуын шектейді.

Отандық өнеркәсіп сериялық түрде шығаратын бергіштердің корпустарында термокедергілердің шартты белгілері көрсетіледі: платина - ТСП, мыс - ТСМ, жартылайөткізгішті - ММТ, КМТ, МКМТ және т.б.

Термоэлектрлік өлшегіштер (пирометрлер) КЭҚ-та әдетте салыстырмалы

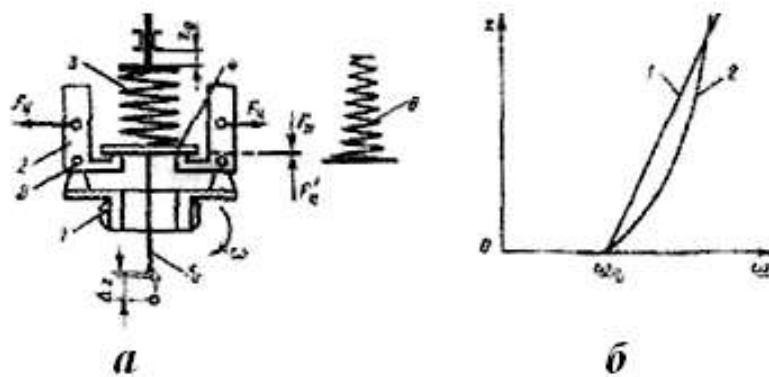
түрде жоғары температураларды өлшеу үшін қолданылады. Пирометрлердің температура бергіштері терможұптар болып табылады, олар оқшауланған және ұштары өзара қосылған, әр тектес металдардан немесе қорытпалардан жасалған екі өткізгіш болып келеді. Бұл қосылық 1 (11-сурет, е) өлшенетін температуралар аймағына орналастырылады және ыстық қосылық деп аталады. Терможұптың әрекет ету принципі ыстық қосылықты қыздыру кезінде суық қосылық деп аталатын оның шығаратын ұштарында 2 термоэлектрмен қозғалтатын күштің (термоЭҚК) пайда болуына негізделген. Бергіштің шығу сигналы термоЭҚК болып табылады, оның мәні екі қосылықтың температураларының абсолютті мәндерінің айырмасына, сондай-ақ терможұптардың электродтары материалдарының үйлесіміне байланысты болады. ТермоЭҚК-ны ыстық қосылықтың температурасына бір мағыналы тәуелді ету үшін суық қосылықтың температурасы тұрақты болуы немесе аспапқа арнайы компенсациялағыш құрылғыны орнату қажет (сұлбада көрсетілмеген). Пайда болатын термоЭҚК бақылау жүйелерінде $^{\circ}\text{C}$ -пен градуирленген милливольтметрмен өлшенеді немесе потенциометриялық өлшегіштің кіретін жеріне беріледі. Өлшенетін температуралардың диапазонына және талап етілетін өлшеудің дәлдігіне қарай әр түрлі терможұптар қолданылады: платина-платинородий (стандартты белгіленуі - ПП), хромель-алюмелевті (ХА), хромель-копелевті (ХК), мыс-копелевті (МК) және т.б. Стандартты терможұптар температураға берік қорғаныс металл корпустарында жинақталады, олардың қосылу штуцерлерінде терможұптың жалпы қабылданған белгіленуі және өлшенетін температуралардың диапазоны көрсетіледі.

Электрлік температура өлшегіштердің сезгіштігі жоғары, өлшейтін температураларының диапазоны кең, сигналдарды айтарлықтай үлкен арақашықтықтарға беру мүмкіндігі бар, ал олардың жылу инерциялығы негізінен бергіштің қорғаныс корпусының массасына және жылуөткізгіштігіне байланысты.

5. Айналу жиілігін өлшегіштер

КЭҚ автоматикасында механикалық, гидравликалық, электрлік және электрондық айналу жиілігін өлшегіштер қолданылады.

Механикалық өлшегіштер ең кең тараған. Олардың әрекет ету принципі айналу жиілігін центрден тепкіш күшке түрлендіруге және оны серіппенің әрекет күшінің берілген мәнімен салыстыруға негізделген. Центрден тепкіш өлшегіштің СЭ әдетте 2 жүктер болып табылады (12-сурет, а), олар қозғалтқыштың валынан немесе басқа механизмнен механикалық беріліс арқылы қозғалысқа келтірілетін 1 дисктің тіректерінде О осьтерінде еркін қондырылған. Жүктер ω айналу жиілігін F_y центрден тепкіш күшке түрлендіреді, ал ол F_y мәнімен 4 СҚ суфтасына келтіріледі де, 3 СҚ цилиндрлі серіппесінің әрекет күшімен теңгеріледі.



12-сурет. Центрден тепкіш айналу жиілігін өлшегіш:
a – принципті сұлбасы; *b* – статикалық сипаттамалары

Өлшегіштің муфтасының және шығу штогының 5 төменгі шеткі қалпы үшін қалыптасқан режимде тәуелділік мынадай түрде болады:

$$i\alpha_1 m_r r_0 \omega_0^2 = cz_0,$$

мұндағы i – бергіш жүктерінің саны;

α_1 - жүктердің ауырлық центрінен муфтаға табыстау коэффициенті;

m_r – жүктің массасы;

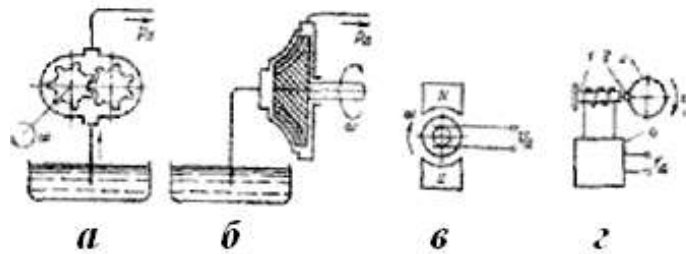
r_0 - жүктің ауырлық центрінің айналу радиусы;

ω_0 – қалыптасқан режимде жүктердің айналу жиілігі, ол муфтаның төменгі шеткі қалпына сәйкес келеді;

c мен z_0 - өлшегіш серіппесінің қатаңдығы және алдын ала тартылып қысылуы.

Қалыптасқан режимдерде өлшегіш муфтасының қалпының және айналу жиілігінің арасындағы тәуелділік, бұл жерде c - *idem* сызықтық емес және сызбада статикалық сипаттамамен бейнеленеді 2 (12-сурет, *b*). статикалық сипаттаманың қисықтығы муфтаның Δ_z орын ауыстыруының және айналу жиілігінің Δ_ω , сондай-ақ жүктердің ауырлық центрінің айналу радиусының Δ_r өзгеруінің арасында квадраттық тәуелділіктің болуымен түсіндіріледі. Статикалық сипаттаманы сызықтыққа 1 жақындатуға болады. Бұл үшін өлшегіште (12-суреттегі принципті сұлбаны қараңыз) цилиндр тәріздес серіппені (қатаңдығы тұрақты) 3 конус тәріздес серіппемен (қатаңдығы ауыспалы) 6 ауыстыру керек. Кейде өлшегіштің статикалық қисықтығын азайту үшін цилиндр тәріздес серіппені қатаңдығы әр түрлі серіппелер пакетімен ауыстырады.

Өлшегіштің қозғаушы күші бергіш пен серіппенің әрекет ету күшінің айырмасымен айқындалады. Оны, мысалы, жүктердің массасын ұлғайтудың есебінен жоғарылатуға болады, дегенмен бұл кезде өлшегіштің инерциялығы артады және оның динамикалық қасиеттері нашарлайды (13-сурет).



13-сурет. Айналу жиілігінің бергіштері:
 гидравликалық: а - тістегерішті; б - импеллерлік;
 электрлік: в - тахогенератор; г – индукциялық

Әр түрлі механикалық өлшегіштердің жұмысының сапасы көп жағынан оларға кіретін рычагтар мен тіректердің қосылған жеріндегі саңылауларға және үйкелуге байланысты. Құрғақ үйкеліс күштерін азайту үшін тіректерді пышақты, нүктелі немесе мойынтірек түрінде жасайды. Рычагтың пышақты тірекпен жанасуы сызықтың бойымен ғана жүреді, бұл тайғанау үйкелісінің болмауына әкеледі. Практикада бұл детальдардың тозуын қадағалау қажет және оларды қондыру кезінде пышақ жүзінің радиусы тіректің өзінің радиусынан аз болуға тиіс. Әдетте бұл радиустар сәйкесінше 0,1 мм және 0,5 мм тең. Нүктелік тіректер үшін тірек түбінің радиусы (әдетте 0,5 мм) ине ұшының радиусынан біршама үлкен болады (әдетте 0,3 мм), бұл нүктеде жанасудың болуын қамтамасыз етеді және сол арқылы қосылған жерде үйкелісті мейлінше азайтады.

Айналу жиілігінің гидравликалық өлшегіштерінде сорғылар СЭ болып табылады, олар: қозғалтқышқа асылған тістегерішті (13-сурет, а) және центрден тепкіш сорғылар (импеллерлер) (13-сурет, б). Қозғалтқыш валының айналу жиілігінің өзгеруімен сорғылар шығар жерде майдың берілісі мен P қысымы өзгереді, яғни айналу жиілігінің және қысымның бір мағыналы статикалық сәйкестігі байқалады. Бұл қысым қысым өлшегіштің кірер жеріне беріледі, оның шығу сигналы шығу буынының орын ауыстыруы болып табылады. Осындай айналу жиілігін өлшегішті баптауды әдетте қысым өлшегіштің серіппесінің алдын ала тартылып қысылуын өзгерту арқылы жүзеге асырады. Гидравликалық өлшегіштердің артықшылығы сұйықтықтың қысылмайтындығы салдарында оның инерциялығы аз және компоновкасы ыңғайлы. Дегенмен жұмыс кезінде майдың тұтқырлығының өзгеруінен олардың статикалық сипаттамасы сызықтық емес әрі тұрақсыз.

Айналу жиілігінің электрлік өлшегіштерінде бергіштер қуаты шағын тұрақты немесе ауыспалы токтың электр машиналары түріндегі тахогенераторлар болып табылады (13-сурет, в). Тұрақты магнит өрісінде ротордың айналуы кезінде оның орамаларында айналу жиілігіне пропорционал ЭҚК индукцияланады да - ол шығу сигналы болып табылады, ротордың орамаларынан жанасу сақиналары арқылы түсіріп алынады, сыртқы тізбектегі ток ауыспалы болады, ал егер коллектор арқылы түсірілсе – тұрақты болады. Тахогенераторлардың артықшылығы – мөлшері мен массасы аз, сигналдарды қашықтан беруге болады, бұл оларды процестерді автоматтандыру кезінде кеңінен пайдалануға мүмкіндік береді. Айталық, бақылау жүйелерінде тахогенератордың кернеуі айн/мин болып градуирленген вольтметрмен өлшенеді және оның көрсеткіштері бойынша валдың

айналу жиілігі анықталады.

Валдың айналу жиілігінің электрлі өлшегіштерінің әрекет ету принципі индукциялық немесе фотоэлектрлік импульсті бергіштермен жұмыс істейтін электрондық өлшеу құрылғыларының инерциясыз әрекетіне негізделген. Индукциялық бергіш (13-сурет, з) индуктивтілік катушкасы бар қатаң бекітілген магнит өзектен 1 және валда 3 бекітілген магниттіжұмсақ материалдан жасалған жылжымалы зәкірден (штифтіден) 2 тұрады. Вал айналған кезде зәкір 2 өзектің 1 жанынан өтіп, лүпілдеп тұратын магнит ағынын түзеді, соның әсерімен катушкада ЭҚК индукцияланады. Бергіштің шығу сигналдары болып табылатын ЭҚК импульстары валдың айналу жиілігімен жиілікті түрлендіргіштің 4 кірер жеріне барып түседі, оның шығу сигналы дәл сол жиіліктегі f_d тік төртбұрышты импульстар болып табылады. Бақылау жүйелерінде бұл импульстардың жиілігі цифрлық индикаторы немесе айн/мин болып градуирленген бағанасы бар электрондық жиілікөлшегішпен өлшенеді. Мұндай өлшегіштердің артықшылығы – айналып жатқан детальдармен жанасусыз байланыс бар және өлшеудің дәлдігі жоғары. Жиілікті өлшегіштердің өлшеуінің дәлдігін бірполюсті зәкірді 2 тісті тәж түріндегі көпполюсті зәкірмен ауыстыру және арнайы жиілік түрлендіргішті орнату арқылы арттыруға болады.

6. Шығын өлшегіштер

Шығын деп уақыт бірлігінде құбыржолдың көлденең қимасы арқылы ағып өтетін заттектің мөлшері аталады. Шығын көлем (m^3/c) немесе масса($кг/c$) бірліктерінде өлшенуі мүмкін, ал оның мәндері бергіленген уақыт аралығында лездік немесе орташа болуы мүмкін.

Шығынның лездік мәндерін анықтау үшін қызмет ететін аспаптар *шығын өлшегіштер*, ал заттектің сомалық мөлшерін анықтайтын аспаптар *шығын санағыштар* деп аталады.

Шығын өлшегіштер СЭ әрекет ету принципі және құрылымы бойынша ажыратылады. КЭҚ-та ең кең тараған өлшегіштердің негізгілерін қарастырып өтейік.

Дроссельді өлшегіштерде СЭ диафрагма немесе Вентури түтігі болып келеді, оларда қысым ағынының құлауы іске асады. Сонда қысымның айырымы бойынша $\Delta P = P_1 - P_2$ теңдеуінен уақыт бірлігінде ортаның көлемдік шығынын жанама түрде (есептеу жолымен) анықтауға болады:

$$w = Kf\sqrt{\Delta P},$$

мұндағы K - пропорционалдылық ауданы;

f - дроссельдің өтпе қимасының ауданы.

K мәні ортаның тығыздығына, дроссельдің шығын сипаттамаларына байланысты болады және тәжірибе жолымен немесе дроссель элементіне жинақта қоса берілетін арнайы кестелер мен графиктер бойынша анықталады.

Қысымдардың айырымы сұйықтықтық немесе механикалық дифференциалды манометрмен өлшенеді. Соңғы жағдайда тікелей өлшеу үшін аспаптың бағанасы шығын бірліктерімен градуирленуі мүмкін. Орталықтандырылған бақылау жүйелерінде механикалық дифференциалды

манометр оның шығу сигналын электр сигналына түрлендіретін бергішпен жабдықтайды.

Диафрагмалары құрылым жағынан қарапайым, дегенмен құбыржолда қысымның айтарлықтай жоғалуына әкеледі. Вентури түтіктері күрделі әрі қолайсыз екендігіне қарамастан, оларды қысымның жоғалуы аз.

Дроссельді шығын өлшегіштерге сондай-ақ ротаметрлер жатады. *Ротаметр* бағанасы бар конус тәріздес әйнек түтіктен тұрады, оның ішінде қозғалмалы қалтқы орналасқан. Орта ағыны түтіктің және қалтқының арасымен қозғалып өтеді. Қалыптасқан режимде қалтқы массасының әрекет ету күші қысымдардың айырымынан туған күшпен теңгеріледі $\Delta P = P_1 - P_2$, ол оның ауданына әсер етеді де, оны түтіктің ішінде биіктікте h ұстап тұрады. Ортаның әр түрлі шығындарында және қалыптасқан режимде қысымдардың айырымы өзгеріссіз болып сақталады ($\Delta P = idem$), ал қалтқының көтерілу биіктігі h және сәйкесінше оның және түтіктің арасындағы өтпе арнаның ауданы өзгереді. Сонда, теңдеуден шығатындай ($W = kf\sqrt{\Delta P}$), ортаның шығыны W арнаның өтпе қимасының ауданына f пропорционал және бір мағыналы түрде қалтқының көтерілу биіктігімен h сипатталады, ал ол ротаметрдің шығу параметрі болып табылады.

Жылдамдықтық өлшегіштерде (анемометриялық) СЭ спираль тәріздес немесе қанатты айналма (вертушка) болып табылады, ол ортаның шығынына пропорционал жиілікпен келіп құлайтын ағынмен айналдырылады.

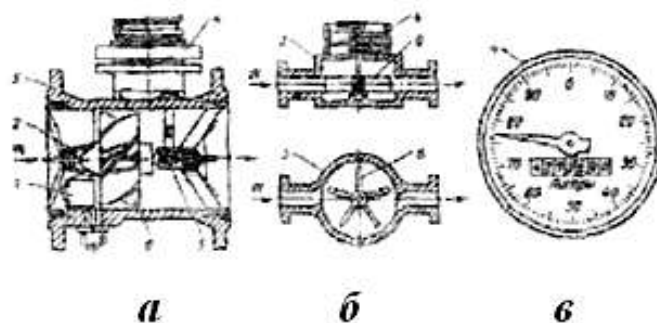
Шығын санағыштың корпусында 3 (14-сурет, *а*) спиральді айналманың осі 6 ортаның ағынының бағытымен сәйкес келеді. Оның айналуы бұрамалы тістегеріштер 5 мен редуктор арқылы меңзерлі, дискілі немесе комбинацияланған тұрпаттағы санау механизміне 4 беріледі. Аспап арқылы өткен сұйықтықтың мөлшерін анықтау үшін, оны өткізгенге дейін санағыштың көрсеткіштерін жазып алып (14-сурет, *в*), сұйықтықты өткізгеннен кейінгі бұл мәнді санағыштың көрсеткіштерінен шегеру қажет. Ағынның құйындануынан өлшеудің қателіктерін болдырмау үшін, корпуста кірер жерде ағынды аспаптың осінің бойымен бағыттайтын қалақтары бар ағынша түзеткіш 2 орнатылған. Қалақ 1 айналатын етіп жасалған және санағыштың көрсеткіштерін ортаның іс жүзіндегі шығынымен сәйкес реттеу үшін қызмет етеді.

Шағын шығындарды өлшеу үшін (3,5 м³/сағ. дейін) қанатты айналмасы 6 (14-сурет, *б*) бар санағыштарды қолданады, оның осі орта ағынының осіне перпендикуляр. Мұндай санағыштардың және спираль айналмасы бар санағыштардың әрекет ету принциптері ұқсас.

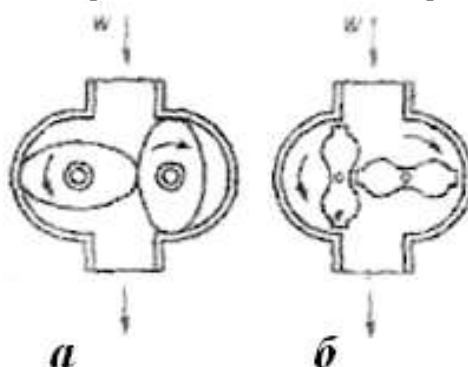
Көлемдік тістегерішті шығын өлшегіште СЭ қозғалып бара жатқан сұйықтықтың қысымының әсерімен айналатын екі овал тістегеріштен тұрады (15-сурет, *а*). Камера арқылы камераның тістегеріштерінің және цилиндрлік бөліктерінің арасындағы көлемге көбейтілген сұйықтық мөлшері өтеді. Сұйықтықтың сомалық шығыны тістегеріштің айналыс санына пропорционал болады және сұйықтықпен ось арқылы байланысқан санағыш арқылы анықталады.

Ротациялық санағыштардың (15-сурет, *б*) құрылымы мен әрекет ету қағидасы осыған ұқсас келеді, оларда тістегеріштер сегіздік түріндегі көлденең

қимасы бар айналатын роторлармен ауыстырылған.



14-сурет. Жылдамдықтық шығын санағыштар:
a - спиральді айналмасы бар; *б* – қанатты айналмасы бар; *в* - индикация панелі



15-сурет. Көлемдік шығын санағыштардың бергіштері;
a - тістегерішті; *б* - ротациялық

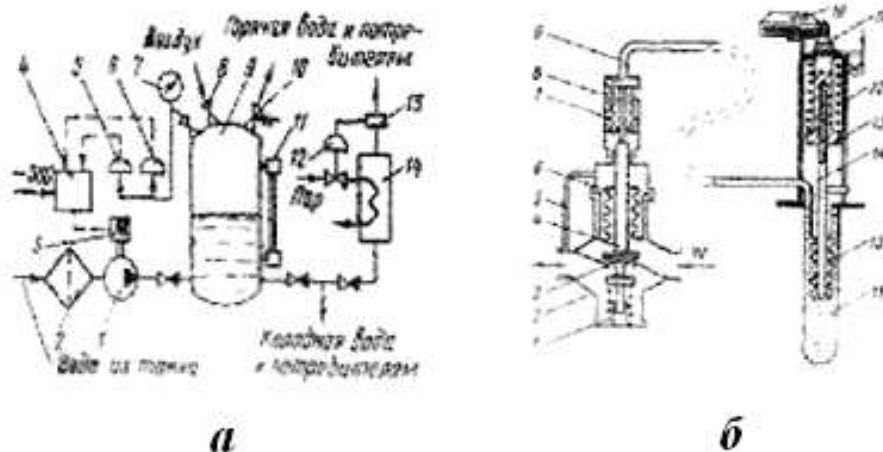
7. Жүйелерді автоматтандыру

7.1. Санитарлық жүйелерді автоматтандыру

Кеменің санитарлық жүйелеріне сумен қамтамасыз ету және фан жүйелері жатады.

Сумен қамтамасыз ету жүйелері тұтынушыларға тұщы ауыз судың және жуынатын (суық және ыстық) судың, сондай-ақ борт сыртынан санитарлық судың берілуін қамтамасыз етеді.

Тұтынушыларға жуынатын судың берілуін автоматтандыру үшін гидрофор (пневмоцистерна) 9 (16-сурет, *a*) орнатылады, оның астыңғы жағы сумен, ал жоғарғы жағы қысылған ауамен толтырылған. Гидрофорға ауыз су танктен сүзгі арқылы 2 сорғымен 1 беріледі, сорғы электрқозғалтқыштың 3 көмегімен айналдырылады. Гидрофордың ішіндегі су қысылған ауаның қысымымен ығыстырылып шығарылады да, тұтынушыларға беріледі. Гидрофорды қысылған ауаға қолмен толтырады, ол үшін клапанды 8 мезгіл-мезгіл ашу керек. Гидрофордағы қысымды көзбен қарап манометр 7 бойынша, ал судың деңгейін суөлшегіш әйнек 11 бойынша бақылайды. Гидрофорды сумен толтыру үшін сорғыны 1 мезгіл-мезгіл қолмен қосады, немесе оны басқару шкафына қондырылған басқару жүйесінің және , и сигнализацияның 4 көмегімен автоматты түрде толтыруға болады.



16-сурет. Санитарлық сумен қамтамасыз ету жүйесінің (а) және РТ-40 тұрпатты термореттегіштің (б) принципті сұлбалары

Автоматты жұмыс режимінде гидрофордағы қысымды бақылау қысым релелерінің көмегімен жүргізіледі: 5 реле электрқозғалтқышты басқару бойынша сигнал шығарады, ал 6 реле қысымның шекті мәндері бойынша қорғаныс пен сигнализацияның іске қосылуын қамтамасыз етеді.

Гидрофордағы судың жұмсалыуына қарай судың деңгейі және қысым белгіленген төменгі мәнге дейін төмендейді де, 5 қысым релесінің іске қосылуын туғызады, оның сигналы бойынша басқару шкафы арқылы электрқозғалтқышқа қорек беріледі. Сорғы суды береді де, деңгей жоғарылайды, ауа жастығы қысылады, сөйтіп қысым берілген жоғарғы мәнге дейін ұлғайғанда 5 қысым релесінен берілген сигнал бойынша сорғы ажыратылады. Осылайша, реттеу жүйесі деңгейді сатылап (позициялық) ұстап тұруды қамтамасыз етеді, «қосылған - ажыратылған» принципі бойынша жұмыс істейді. Қысымның, демек, су деңгейінің де шеткі мәндері тапсырманың және 5 қысым релесінің дифференциалының уставкаларымен анықталады

Егер гидрофордағы қысым қысым релесінің 5 минимал уставкасынан төмен құласа (мысалы, сорғы ысырылғанда немесе танкіде су болмағанда), қысым релесі 6 іске қосылып, сорғы ажыратылады және сигнализация қосылады. Бұл жағдайда ақаулықтарды жойғаннан кейін, сорғыны қолмен қосып гидрофорды сумен толтырады. Қысым шамадан тыс көтерілгенде апатты болдырмау үшін гидрофорда сақтандыру клапаны 10 орнатылған.

Жуынатын су булық суысытқышта 14 ысытылады, ал оның температурасын автоматты термореттегіш 12 калыпта ұстап тұрады. Су шығыны (жұмсалыуы) өзгергенде суысытқыштың шығар жерінде оның температурасы өзгереді. Бергіштен 13 келіп түскен сигнал бойынша термореттегіш ысытатын будың берілісін өзгертіп, берілген температураны ұстап тұрады. Жуынатын суды ысыту жүйелерінде әдетте тікелей әсер ететін пропорционал термореттегіштерді орнатады (16-сурет, б).

РТ тұрпатты сұйықтықты пропорционал реттегіштің термопатроны 16 фланецті қосылыс арқылы суысытқыштың шығар келтеқұбырында бекітіледі. Реттеуші клапан 2 ысытатын будың келтіруші құбыржолына орнатылады. Термопатронның қуысы сиффонмен 15 тығыздалып, капиллярлы түтікше 9

арқылы атқарушы механизм ролін атқаратын сиффон камерасымен 7 қосылған. Терможүйе көлемдік кеңею коэффициенті үлкен сұйықтықпен (ксиллолмен) толтырылған. Сиффонның 7 шығар штокына 8 серіппемен 1 клапанның 3 штокы 4 қысылған. Бергіштің айналасын толтыратын судың температурасының өзгеруіне пропорционал термопатрондағы толтырғыштың көлемі өзгереді, ол капиллярдың 9 бойымен сиффонның 7 қуысына ағып барады да, штоктардың 8, 4 және клапанның 3 сәйкесінше орын ауыстыруын туғызады. Бұл, өз кезегінде, ысытушы буды суысытқышқа әкелудің өзгеруіне және оның жылу балансының қалпына келуіне алып келеді. Суысытқыштың жылу жүктемесінің жаңа мәніне клапанның 3 жаңа қалпы және шығардағы судың температурасының мәні сәйкес келетін болады. Айталық, қалыптасқан режимде жүйеде жүктеменің артуымен неғұрлым төменгі температура қалпында ұсталады, яғни реттегіштің және термореттеуі жүйесінің жұмысына статикалық бірқалыпты еместік тән. РТ тұрпатты реттегіштер үшін бірқалыпты еместіктің мәні 10°C аспайды.

Реттегішті температураның берілген мәніне баптау төлкенің 13 жақталған бастиекті 11 айналдыру арқылы жасалады, оған төменгі ұшымен сиффонның 15 түпшесімен қатаң қосылған шток 14 бұрандамен бұрап кіргізілген. Шток 14 төмен орын ауыстырғанда толтырғыш сиффонның 7 қуысына ығыстырып шығарылады да, клапан 3 жабылады, бұл қалыпта ұсталатын температураның неғұрлым төменгі мәніне сәйкес келеді, ал шток жоғары қарай орын ауыстырғанда реттегіш неғұрлым жоғары температураны ұстап тұрады.

Тапсырманың уставкасы меңзер 10 бойынша бақыланады, ол төлке 13 айналғанда табыстаушы механизм арқылы бағананың бойымен орын ауыстырады.

Клапан 3 ұясына тығыз қондырылмағаннан немесе шток 4 қисайғанда оның сыналануынан температура шамадан тыс жоғарылаған жағдайда, толтырғыш қысымының жол берілмейтін деңгейге ұлғаюын және терможүйенің ажырауын болдырмау үшін термопатронда толтырғыш көлемінің ұлғаюын компенсациялайтын құрылғы көзделген. Бұл жағдайда толтырғыштың көлемі ұлғайып, шток 14, төлке 13 жоғары қарай орын ауыстырады және сақтандыру серіппесі 12 қысылады. Мұндай ақаулықтармен қатар бергіш корпусының және жақталған бастиектің 11 тірек буртының арасында саңылау пайда болады.

Реттегіштің жұмысына клапанның 3 тарелкасына әсер ететін бу қысымы айырымынан туатын күштердің әсерін болдырмау үшін сиффон 6 орнатылған. Оның астыңғы негізі корпуста 2 бекітілген, ал жоғарғы түпшесі штокпен 4 қосылған. Сиффонның ішкі қуысына клапанға дейінгі қысымға тең қысымы бар бу, ал сыртқы қуысына түтікше 5 арқылы оның арт жағындағы қысымға тең қысымы бар бу келтіріледі.

Нәтижесінде клапан мен сиффондағы қысымның айырымынан туатын күштер штокта 4 теңгерілмейді, бұл клапанның ұядан тартып қайта жіберу есі күшін азайтады және оның қозғалып бара жатқан бу ағынымен шайқалуын болдырмайды.

«АКО», «Самсон», «Мертик» тұрпатты тікелей әсер ететін термореттегіштердің құрылымы мен әрекет ету принципі осыған ұқсас.

Фанды жүйелерде әдетте нәжіс цистерналарындағы лас сулардың шекті

деңгейін бақылау процестерін автоматтандырады. Бұл үшін цистерналардың ішіне қалтқылы, сыйымдылықты немесе электродты сигнализаторларды орнатады (әрекет ету принципі жоғарырақта қарастырылған). Электродты сигнализатордың жұмысы лас сулардың электролитті қасиеттеріне негізделген. Ол цистернаның жоғарғы бөлігінде орналасқан екі электродтан тұрады және аралық релесінің қорек тізбегіне тізбектеп қосылған. Егер электродтар жалаңашталса, олардың арасындағы кедергі үлкен болады да, реле токсыздандырылады.

Цистерна лас суларға толған кезде электродтар тұйықталып, олардың арасындағы кедергі төмендейді, реле арқылы өтетін токтың күші артады да, оның іске қосылуын туғызады. Реле сигнализацияның тізбегін тұйықтап, ол қызмет көрсетуші қызметкерлерге цистернаның толғаны туралы хабарлайды.

7.2. Құрғату, балласт, отын және жүк жүйелерін автоматтандыру

Құрғату, балласт, отын және жүк жүйелерінің арналу мақсаттары әр түрлі, бірақ автоматтандыру принциптері ортақ. Әдетте автоматизациялық құрғату, балласт, отын және жүк жүйелерін бақылау және басқару ОБП-ға қондырылған мнемосұлбалардың көмегімен, ал танкерлердің жүк жүйелерін бақылау және басқару сорғы бөлімдерінің арнайы посттарынан жүргізіледі. Мнемосұлбаларда жүйелердің принципті сұлбалары, сорғылар мен клапандарды басқару органдары, сондай-ақ олардың жұмысын бақылау аспаптары және сигнал лампалары орналасқан.

Мысалы, «Новгород» тұрпатты құрғақ жүк таситын кемелер 17-суретте көрсетілген мнемосұлбамен жабдықталған: *А* панелінен *құрғату жүйесін*, ал *Б* панелінен - *отын-балласт жүйесін* басқару жүргізіледі.

Льял суы деңгейінің бергішінен келетін сигнал бойынша автоматты түрде қосылатын құрғату сорғысының *б* көмегімен машина бөлімінің льялдарын тікелей құрғатуды жүзеге асырады. Бұл сорғының сору және сықау клапандары қашықтан ашылады, ал олардың түпкі қалыптары сигнал лампалары *5* бойынша бақыланады. Лас су льял су сепараторында *4* тазартудан өтеді де, оларды сорғы шпигат *3* арқылы борттың сыртына тастайды.

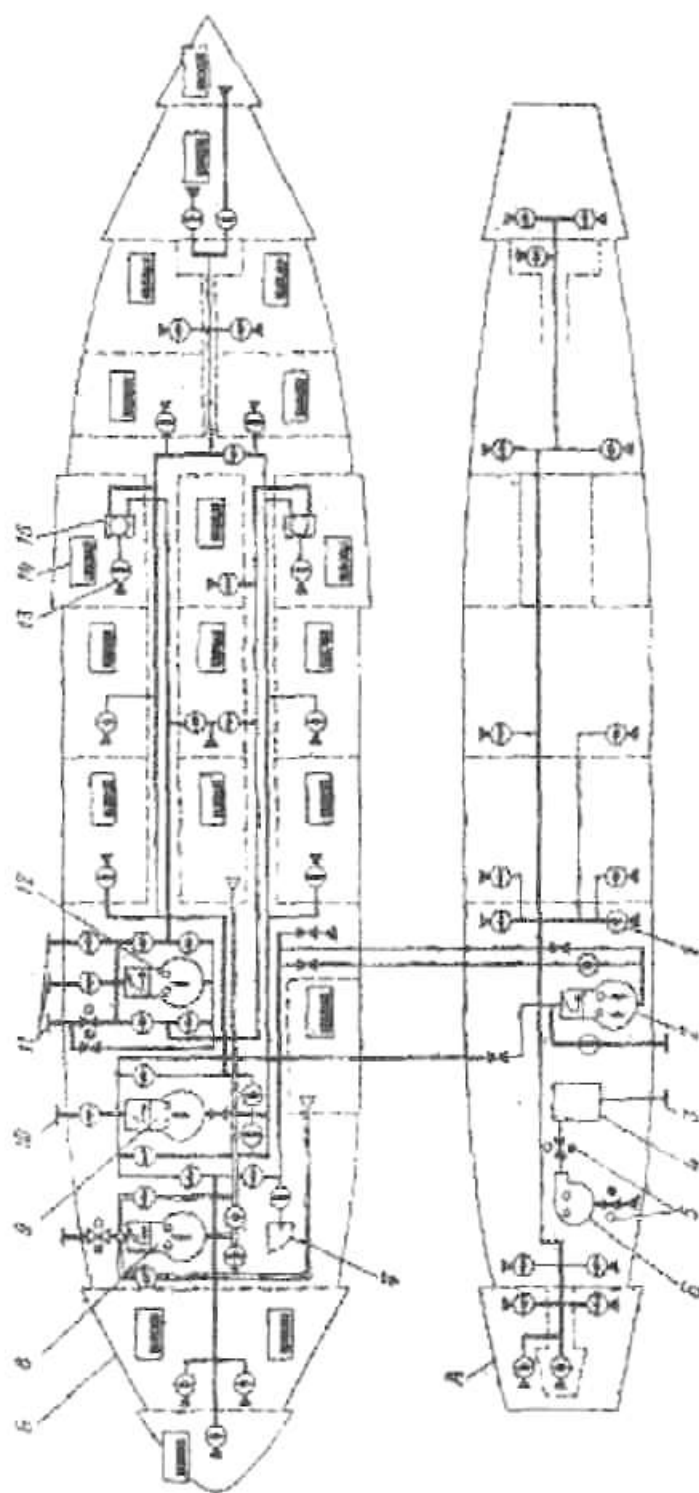


Рис. 17. Мнемосхема осушительной (А) и топливно-балластной (Б) систем геплохода «Новгород»

Сорғының 6 жұмысын бақылау мнемосұлбаның сигнал лампалары бойынша жүргізіледі.

Қалған льял құдықтар мен кофердамдарды құрғату екіжылдамдықты поршеньді сорғымен жүргізіледі, ол басқару панелінен 2 қашықтан қосылады. Сорғының жүктемесін тұтынатын токтың мәнін көрсететін амперметр бойынша бақылайды. Сорғыны іске қосар алдында 1 мнемосұлбаның тиісті басқару тұтқаларын (ажыратқыштарын) бұрау арқылы сорғының сору және сықау желістерінің магистралды клапандарын белгіленген қалыпқа қашықтан орнату қажет.

Тұтқаны 1 вдоль магистральдің бойымен бұрғанда, магистральді клапанды басқару сервомоторына (СМ) қысылған ауаны өткізетін тиісті электромагнитті клапанға қорек түседі. Магистральді клапан ашылады да, мнемосұлбаның басқару тұтқасына кіріктірілген түпкі ажыратқыш арқылы сигнал лампының қорек тізбегін тұйықтайды.

Отын және балласт жүйелерінің магистральді клапандарын Б панелінен осыған ұқсас басқарады.

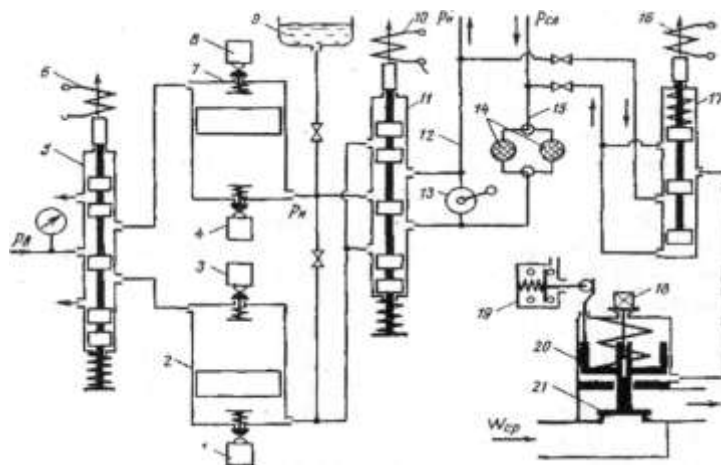
Танктердегі сұйықтықтың деңгейін деңгей көрсеткіштер 14 бойынша бақылайды. Балласты айдау үшін центрден тепкіш сорғы 9, ал отынды айдау үшін панельден тиісті айырып-қосқыштар арқылы қашықтан басқарылатын насосы 5 және 12 сорғылар орнатылған.

Балласт танктері кингстон 7 арқылы өздігінен ағып немесе сорғының 9 көмегімен борттың сыртындағы суға толтырылады. Балласт танктерінен сорғының көмегімен су шпигат 10 арқылы борттың сыртына тасталады. Отынды қабылдау және оны бері келтеқұбырлар 11 арқылы жүзеге асырылады.

Отын-балласт танктерінің магистральдарында, қабылдау клапандарынан 13 басқа, қашықтан басқарылатын және танктің отын немесе балласт сорғысымен қосылуын қамтамасыз ететін үшжүрісті клапандар 15 орнатылған.

«Варнемюнде» тұрпатты кемелердің отын-балласт және құрғату жүйелері магистральді клапандарды электропневмогидравликалық басқару жүйесімен жарақталған. Клапандарды қашықтан басқару ОБП-де орнатылған мнемосұлбадан жасалады. Әр магистральді клапан 21 (18-сурет) бір жаққа әсер ететін гидравликалық СМ 20 көмегімен орын ауыстырады.

Клапанды ашу үшін мнемосұлбаның басқаруының тиісті ажыратқышының көмегімен электрогидравликалық реттығынның 17 соленоид катушкасына 16 қорек беру қажет. Ол арқылы май қысымның P_n әсерімен СМ поршенінің 20 астына түседі де, күш серіппесінің әсерін жеңіп, клапанды ашады. Поршень жоғарғы шеткі қалпына жеткенде түпкі ажыратқыш 19 клапанның ашылғаны туралы сигнал беретін мнемосұлбаның тиісті бақылау лампының тізбегін тұйықтайды. Клапанды жабу үшін соленоид катушкасын 16 токсыздандыру қажет. Қайтару серіппесінің әсерімен басқарушы реттығын 17 бастапқы қалпына келеді де, СМ 20 қуысын ағызба магистралімен қосады, СМ поршені күш серіппесінің әсерімен төмен қарай орын ауыстырады да, майды жұмыс қуысынан ығыстырып шығарып, клапанды жабады.



18-сурет. «Варнемюнде» теплоходының құрғату және отын-балласт жүйелерінің арматурасын қашықтан басқарудың принципті сұлбасы

Барлық басқарушы реттығындардың 17 алдындағы майдың қысымы P_H және 7 пневмогидравликалық аккумуляторлардың көмегімен тұрақты қалыпта ұсталады, олар майды кезек-кезек арын магистраліне 12 сықайды да, электромагнитті реттығындардың 5 және 11 көмегімен автоматты түрде ажыратылып қосылады. Соленоид катушкалары 6 және 10 токсыздандырылғанда баллондардағы ауа $P_H = 14,7 \cdot 10^5$ Па (15 кгс/см^2) қысымымен реттығын арқылы 5 аккумулятордың 7 жоғарғы қуысына беріледі де, поршеньге әсер етіп, майды реттығын 11 арқылы төменгі қуыстан арын магистраліне 12 $P_H = 14,7 \cdot 10^5$ Па (15 кгс/см^2) қысыммен ығыстырып шығарады. Бұл қысым басқарушы реттығындар 17 арқылы май СМ қуыстарына 20 берілгенде магистральді клапандардың 21 ашылуын қамтамасыз етеді. Клапандар жабылғанда май реттығындардан 17 ағызу магистралінің 15 бойымен магнитті сүзгілер 14 мен реттығын 11 арқылы аккумуляторға 2 кері ағызылады. Бұл аккумулятордың поршені орын ауыстырып, ауаны реттығын 5 арқылы жоғарғы қуыстан атмосфераға ығыстырып шығарады.

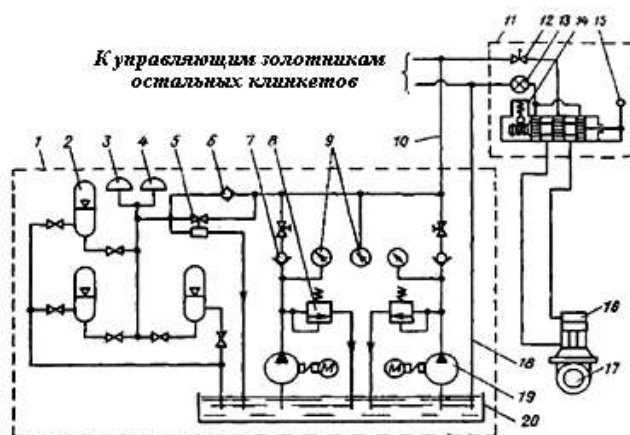
Аккумулятордағы 7 май жұмсалып және аккумулятор 2 толтырылғанда поршеньдер шеткі қалыпқа жетеді де, түпкі ажыратқыштардың 3 және 4 іске қосылуын туғызады. Басқару жүйесі арқылы олардың сигналы бойынша соленоид катушкаларына 6 және 10 қорек беріліп, олар реттығындарды 5 және 11 орнын ауыстырады. Нәтижесінде ауа қысымның P_B әсерімен аккумуляторға 2 беріледі де, ол арын аккумуляторына айналады, ал аккумулятордың 7 ауа қуысы атмосферамен қатынасып, ол қабылдау аккумуляторына айналады. Поршеньдер шеткі қалыптарға жеткен кезде 1 және 8 түпкі ажыратқыштардың сигналымен аккумуляторлардың ажыратылып қосылуы қайталаынады. Осылайша, аккумуляторлардың автоматты түрде ажыратылып қосылуы арын магистралінде майдың қысымын тұрақты түрде ұстап тұруға мүмкіндік береді, ал ол магистральді клапандардың орнын қашықтан ауыстыруды қамтамасыз етеді.

Аккумуляторлардың гидравликалық қуыстарына ауаның кіруі немесе жүйеден майдың жылыстауынан поршеньдер келістірусіз шеткі қалыптарға келеді де, аккумуляторлар жиі ауыстырылып қосылады немесе іске қосылмайды. Поршеньнің түпкі қалыптары және аккумуляторлардың жұмыс режимдері мнемосұлбаның басқару панеліне шығарылған сигнал лампалары бойынша

бақыланады. Лампаларға қорек аккумуляторлардың түпкі ажыратқыштарынан келетін сигнал бойынша беріледі.

Аккумуляторлардың гидравликалық қуыстарынан ауаны шығару үшін олардың корпусында түсіру тығындары орнатылған. Жүйедегі майды май бақынан 9 толықтырып отырады. Гидравликалық аккумуляторлар істен шыққанда басқару жүйесіне май қол сорғысынан 13 клапандар арқылы беріледі. Қашықтан басқару жүйесі іске қосылмай тұрғанда бұрандалы штокты 18 айналдыру арқылы магистральді клапандарды 21 қолмен басқару көзделген.

Танкерлердің жүк жүйелері ірі танктерде жүктің деңгейін қашықтан басқару (19-сурет), арматураны қашықтан басқару жүйелерімен, ал соңғы уақытта автоматтандырылған жүк операцияларын басқару жүйелерімен жарақталған. Танкерлердің жүк операцияларын басқарудың орталықтандырылуы және автоматтандырылуы кеменің жүк операциялары үшін тоқтап тұруының уақытын 30-40%-ға қысқартуға, арматураны басқару кезінде ауыр дене күшінің пайдаланылуын жоюға және жүк операцияларын атқарудың қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.



19-сурет. Танкердің жүк жүйесінің арматурасын қашықтан басқарудың принципті сұлбасы

Құю кемелерінің жүк жүйелеріндегі жарылысөртқауіпсіздігін арттыру мақсатымен басқару және бақылау жүйелерінің электр элементтерін орнатуға жол берілмейді.

Танктердегі жүктің деңгейін қашықтан центрден өлшеу үшін пневмеркаторлық жүйелері кең тараған, олардың әрекет ету принципі 3 бөлімде сипатталған. Сондай-ақ сельсинді берілісі бар, ультрадыбыстық және радиоактивті қалтқылы деңгей өлшегіштер қолданылады.

Арматураны қашықтан басқару жүйелері әдетте гидравликалық етіп жасалады. Мұндай жүйелердің негізгі элементтері (19-суретті қараңыз) басқару жүйесіне қысыммен $(39 \dots 98) \cdot 10^5$ Па ($40 \dots 100$ кгс/см²) майдың берілуін қамтамасыз ететін сорғы станциясы 1, орталықтандырылған басқару қалқаны 11, гидравликалық СМ бар 16 клинкеттер 17 және оларды байланыстыратын құбыржолдар болып табылады.

Жүйенің жұмысы үшін жергілікті немесе қашықтан басқару постынан бактан 20 май алатын электржетекті май сорғыларының бірін 19 іске қосу қажет. Сықау қысымы манометр 9 бойынша анықталады, ал оның ең жоғары мәні

өткізгіш клапан 8 арқылы қайтадан бакқа ағызу жолымен шектеледі. Сорғы майды қайтпайтын клапан 7 арқылы арын магистраліне 10 беріледі, ал қайтпайтын клапан 6 арқылы үш пневмогидравликалық аккумуляторға 2 беріледі, олардың бірі резервтік болып табылады.

Аккумуляторлар сорғылар жұмыс істемей тұрғанда арын магистраліндегі майдың қысымын қалыпта ұстап тұруға арналған. Поршень немесе мембрана арқылы аккумулятор екі қуысқа бөлінеді. Оның жоғарғы қуысын қысымы бар ауамен немесе инертті газбен (азотом) толтырады, ол поршень (мембрана) төменгі шеткі қалыпта тұрғанда майдың номинал қысымының 60%-ға жуығын құрайды. Жұмыс істеп тұрған сорғы төменгі қуысты маймен толтырады да, аккумулятордағы қысым көтеріледі. Ол жоғарғы жұмыс мәніне жеткен кезде қысым релесінен 3 берілетін сигнал бойынша сорғы ажыратылады, ал оның арын магистралі қайтпайтын клапанмен 7 жабылады. Аккумуляторлардағы май басқару жүйесіне жұмсалған сайын арын магистраліндегі қысым бұғаттау клапаны 5 арқылы төменгі жұмыс мәніне дейін төмендейді, және қысым релесінен 3 берілетін сигнал бойынша сорғының іске қосылуы қайталаынады. Егер қандай да бір себептермен қысым төмендей берсе, онда оның мәні номинал мәнің 70%-на сәйкес келгенде, бұғаттау клапаны 5 жабылып, қысым релесі 4 есерту сигнализациясының тізбегін тұйықтайды. Қысым ең жоғары мәннен өсіп бара жатқанда сигнализация осыған ұқсас іске қосылып, сонымен бір уақытта қорғаныс жүйесі сорғыны ажыратады. Осылайша, сорғы станциясы пневмогидроаккумуляторлардың көмегімен сорғыларды мезгіл-мезгіл қосып арын магистраліндегі қысымды белгіленген деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Жүк және тазарту құбыржолдарының әр клинкетін басқару үшін пульте 11 оның өзінің реттығынды бөлгіш орнатылған. Басқару тұтқасы бекітілген орташа қалыпқа қойылғанда реттығын 15 клинкеттің 17 сорғы станциясынан СМ-іне 16 баратын құбыржолдарды бөледі. Басқару тұтқасының көмегімен реттығынның орнын ауыстырып (оңға қарай) «Клинкет ашық» қалпына қою клапан 12 арқылы СМ төменгі қуысының арын магистралімен 10, ал жоғарғысының - ағызу магистралімен 18 қосылуына әкеледі. Төменгі қуыста майдың қысымының әсерімен СМ поршені клинкеттің ысырмасын жоғары қарай ысырады. Жоғарғы қуыстағы май басқарушы реттығын және ысырманың 13 қозғалысын бақылау айналмасы арқылы құбыржолға 18 барады да, бакқа 20 ағады. Май басқарушы реттығын арқылы ағызуға қарай қозғалып бара жатқан уақыт бойы айналма айналып тұрады да, операторға клинкет ысырмасының орын ауыстыруын жанама түрде қадағалауға мүмкіндік береді. Егер клинкет ашылғаннан кейін реттығын бейтарап қалыпқа орнатылса, онда тығыз болмаудан және майдың жылыстауынан уақыт өте келе ысырма өзінің салмағының әсерімен төмен түсіп, клинкетті жабу мүмкін. Сондықтан тұтқаны 15 «Клинкет ашық» қалпында қалдырып СМ төменгі қуысында майдың қысымын қалыпты ұстап тұру қажет. Клинкетті жабу үшін тұтқаны «Клинкет жабық» қалпына қою қажет, ал ысырма түсірілгеннен кейін оны бейтарап қалыпқа қайтаруға болады. Бекітпе 14 тұтқа мен реттығынды белгіленген қалыпта тоқтатып тұрады.

Клинкет ысырмасының орын ауыстыру уақыты дроссель клапанымен 12 реттеледі және әдетте 60-90 с шегінде орнатылады.

Сондай-ақ клинкеттерді ашу және жабу үшін қажетті майдың қысымы әр түрлі болатын жүйелер де бар. Олардың әрекет ету принципі жоғарыда сипатталғанға ұқсас, дегенмен құрылысы мен іске пайдаланылуы күрделірек, ал бастапқы құны жоғарырақ.

Қазіргі заманғы танкерлердің жүк және балласт жүйелері автоматика құралдарымен жарақталған, олар кемеге тиеу, түсіру және балластировка операцияларының адамның тікелей қатысуынсыз автоматты түрде орындалуын қамтамасыз етеді. Бұл міндеттер бағдарламалық басқаруы бар автоматтандырылған жүйелерді орнату арқылы шешіледі. Бағдарламаны оператор логикалық басқару және бақылау блоктарына, ал кейбір кемелерде ЭЕМ-ге орнатады, олар сондай-ақ жүк, еңкею, шөгу деңгейінің, кеме корпусындағы кернеудің, клинкеттер ысырмаларының қалпының, автономды басқару жүйелерінің және механизмдердің қалпының бергіштерінен кіріс ақпаратын алады.

Автоматты басқару жүйесі жүк операцияларының берілген тапсырма бойынша жүргізілуін қамтамасыз етеді және шөгудің, еңкеюдің, кеме корпусындағы кернеудің және механизмдерге жүктеме салудың жол берілетін мәндерін қалыпта ұстап тұрады.

7.3. Өрт сөндіру жүйелерін автоматтандыру

Кемелердің өрт сөндіру жүйелері өрттің шығуы және орны туралы дабыл соғуға мүмкіндік беретін автоматика құралдарымен, ал бірқатар жағдайларда өрт сөндіру құралдарын басқару жүйелерімен қамтамасыз етілген.

Автоматты өрт сигнализациясы жүйесі күзетілетін жайларда орналасатын бергіштерден (хабарлағыштардан), арнайы пульттарда орнатылатын қабылдағыш және сигналдағыш аппаратурадан, сигнализация жүйесінің қорек құралдарынан және аталған буындардың байланыс желістерінен тұрады. Кемемен жүзу тіркелімінің Теңіз кемелерін өртке қарсы жабдықтау ережелеріне сәйкес автоматты сигнализация жүйелері кем дегенде екі тәуелсіз көзден қорек алуға тиіс. Бұл орайда негізгісі ажыратылғанда автоматты түрде резерв көзіне ауыстырып қосу жүзеге асырылуға тиіс. Бергіштерді қосу сұлбаларын қолдану үшін олардың байланыс желістері ажыраған жағдайда сигнализация іске қосылатын сұлбаларды таңдаған жөн.

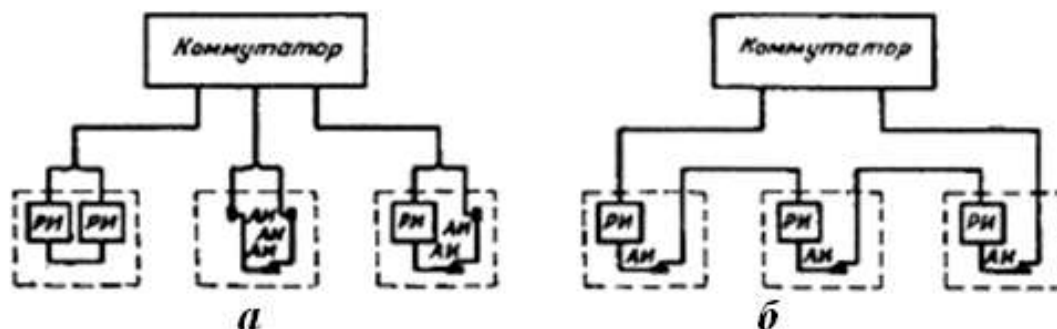
Сигнализация жүйелерінде *қолмен істейтін хабарлағыштар* (ҚХ) және *автоматты жылулық* немесе *түтіндік хабарлағыштар* (АХ) орнатылуы мүмкін. Станциялардың коммутаторларына хабарлағыштар сәулелік немесе шлейфтік сұлба бойынша қосылуы мүмкін.

Сәулелік сұлбада (20-сурет, а) бір немесе тізбектеп қосылған бірнеше хабарлағыш бақыланатын бір жайда орнатылады да, коммутатордың жеке арнасына жалғанады. Кез келген хабарлағыштың сигналы бойынша бұл жайдағы өрт туралы хабарлайтын сигнализация іске қосылады.

Шлейфті сұлбада (20-сурет, б) тізбектеп қосылған хабарлағыштар бір-біріне жақын орналасқан әр түрлі жайларда орнатылады. Кез келген хабарлағыштың сигналы бойынша осы жайлар тобындағы өрт туралы хабарлайтын сигнализация іске қосылады, бірақ оның нақты мекен-жайын

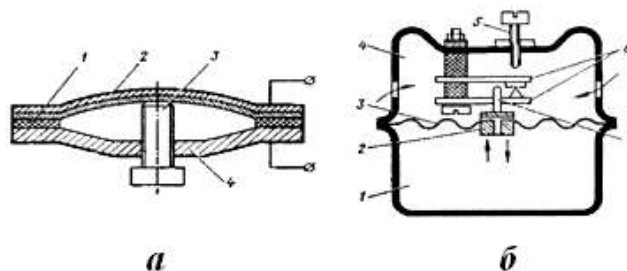
көрсетпейді.

Қолмен істейтін хабарлағыштар қымталған корпусқа орналастырылған батырмалы үзгіштер болып келеді. Өрт туралы хабарлау үшін қорғаныс әйнегін сындырып, сигнализация тізбегінің үзгішінің батырмасын қолмен басу керек.



20-сурет. Өрт сигнализациясының сәулелік (а) және шлейфтік (б) станцияларының сұлбалары

Автоматты температуралық хабарлағыштар температураның шекті мәндерін немесе оның өсу жылдамдығын бақылау үшін пайдаланылады. Температураның шекті мәнін хабарлағышта (21-сурет, а) СЭ биметалл пластина 2 болып табылады, оның жоғарғы қабатының сызықтың кеңею коэффициенті төменгісіне қарағанда елеулі түрде үлкен. Пластина корпустан 4 оқшаулау төселгішімен 1 бөлінген және реттеу бұрамасына 3 сүйенеді. Қоршаған ортаның температурасы берілген мәнінен асқанда пластина майысады да, оның бұрамамен түйіспесі бұзылып, электр тізбегінің ажырауын және сигнализацияның іске қосылуын туғызады.



21-сурет. Шекті (а) және дифференциалды (б) температуралық хабарлағыштардың сұлбалары

Хабарлағышты температураның шекті мәніне баптау реттегіш бұрамамен 3 жүзеге асырылады.

Кемелерде сондай-ақ оңай балқытын қорытпамен дәнекерленген екі серіппеленген түйісу түріндегі хабарлағыштар да қолданылады, жол берілетін шеткі температураға жеткен кезде олардың тізбегі ажырайды. Қарастырылған хабарлағыштардың елеулі жылу инерциясы бар және олар өрт шыққаннан кейін сәл кешігіп іске қосылады.

Термокедергі принципі бойынша жұмыс істейтін жартылайөткізгішті хабарлағыштардың жылу инерциясы әлдеқайда аз. Олардың электрөткізгіштігі белгілі бір температураға жеткенде секірмелі өзгеріп, сигнализацияның іске қосылуын туғызады.

Дифференциалды температуралық хабарлағыш (21-сурет, б)

температураның жоғарылау жылдамдығына реакция береді, ол диафрагмамен 3 бөлінген камералардан 1 және 4 тұрады. Жоғарғы камера кең терезелер арқылы қоршаған ортамен қатынасады, ал төменгі камера қатаң центрдің дроссель центрімен 2 қатынасады. Қоршаған ортаның температурасы баяу жоғарылағанда камералардағы қысымдар дроссель арқылы теңесіп үлгереді. Ал температура тез өзгергенде дроссельдің кедергісінен 1 камерадағы қысым 4 камерадағыға қарағанда жоғарырақ болады. Қысымдардың айырмасының әсерімен мембрана жоғары қарай майысады да, шток 7 арқылы түйіспелер тізбегін 6 үзеді, сөйтіп сигнализацияның іске қосылуына әкеледі. Дроссельдің қимасын таңдағанда температураның арту жылдамдығы 5-10°С/мин болғанда хабарлағыш іске қосылатындай етіп таңдау керек. Бұрама 5 жылжымалы түйіспенің орын ауыстыруын шектейді.

Қарастырылған хабарлағыштарды әдетте көлемі салыстырмалы түрде шағын болатын кеменің тұрғын және қызметтік жайларында орнатады. Үлкен көлемдердің орын ауыстыруын өртке қатысты автоматты бақылау (жүк трюмдары, машина бөлімдері және ОБП) әдетте түтінсигнал қондырғыларының көмегімен, ал ІЖҚ қартерлерінде – жағар майдың жол берілетін шеткі шоғырланымын бақылау құрылғыларының көмегімен жүзеге асырылады. МҚБ-да орнатылатын ионизациялық хабарлағыштары бар түтінсигнал қондырғыларының келешегі бар.

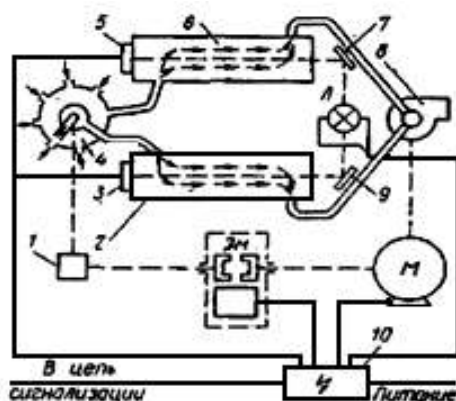
ІЖҚ қартерлерінде мойынтіректер температурасының жоғарылауы және цилиндрлерден газдың атқып шығуы жағар май буралының шоғырланымының өсуіне әкеледі де, жарылыс қаупін туғызады. Мұны болдырмау үшін қозғалтқыштарға булардың (май тұманының) шекті шоғырланымын бақылау және сигналдау арнайы жүйелерін орнатады. Кемелерде ең кең тарағаны *май тұманының детекторлары* – «Гравинер» және «КИМТ-1М» тұрпатты құрылғылар. Құрылғылардың әрекет ету принципі май буларына қаныққан ауа сынамаларының жарық сіңімділігін талдауға негізделген.

Май булары бар ауа қозғалтқыш қартерінің бөліктерінен (22-сурет) айналып тұрған реттығынның 4 келтекұбырлары және бақылау камералары 2 мен 6 арқылы желдеткішпен 8 сорып алынады. Жарықтандырғыш лампаден келетін жарық ағыны оптикалық жүйе (линзалар мен айналар 7 мен 9) арқылы камералардың бойымен өтеді де, фотоэлементтерді 3 пен 5 жарықтандырады. Камераны 2 қозғалтқыш қартерінің бөліктерімен кезек-кезек жалғайтын кран 4 желдеткіштің *М* электрқозғалтқышынан электромагнитті муфта \mathcal{E}_m мен редуктор 1 арқылы автоматты түрде ауыстырылып қосылады. 2 камера арқылы бір бөліктен сынамаларды іріктеу кезінде басқа бөліктерден алынған сынамалар бір мезгілде 6 камера арқылы өтеді. Егер 2 камера арқылы алынатын сынаманың май буы шоғырланымы 6 камера арқылы өтетін сынамалардың орташа бу шоғырланымынан жоғары болса, онда 3 пен 5 фотоэлементтерінің жарықтандырылуында айырмашылық пайда болады. Шекті мәннің бұл айырмашылығына (дифференциал) жеткенде фотоэлементтерден келетін сигнал бойынша басқару шкафы 10 арқылы дыбыстық және жарықтық ескерту сигнализациясы іске қосылады. Бір мезгілде муфта \mathcal{E}_m арқылы кран жетегі 4 ажыратылады, ал оның тұтқасының көрсеткіші май буларының шоғырланымы

жоғарылаған картердің тиісті бөлігінің арнасына қарама-қарсы тоқтайды.

Құрылғы қалыпты жұмыс істеп тұрғанда картердің әр бөлігінен сынама алудың ұзақтығы мен кезеңділігі 4 с тең. Құрылғыны май буларының шоғырланымы айырмасының шекті мәніне баптау басқару шкафына кіргізіп орнатылған басқару тұтқаларының және аспаптың көмегімен қолзғалтқыштың толық күшпен жүруі режиміде жасалады.

Крейцкопфты қозғалтқыштарға дифференциалды өлшеу жүйесі бар құрылғыларды, ал тронкты қозғалтқыштарға бөліктегі май булары шоғырланымының шекті мәніне реакция беретін құрылғыларды орнатады. Соңғыларының өзіндік ерекшелігі – сынамалар кран 4 арқылы бір ғана камераға 2 кезек-кезек алынады. Екінші камера б краннан 4, желдеткіштен 8 ажыратылған және тек қана қоршаған ауамен қатынасады.



22-сурет. Май тұманы детекторының сұлбасы

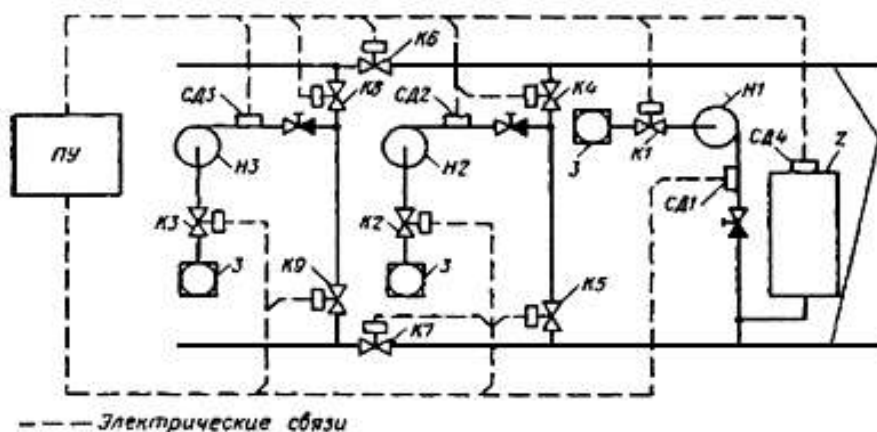
Сипатталған құрылғылардың қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін ай сайын, сондай-ақ жұмыста ауытқу болғанда камераларды және оптикалық жүйенің элементтерін тазартып отыру қажет. Бір камераның фотоэлементі істен шыққан жағдайда екі камераның да элементтерін жинақ ретінде ауыстыру және құрылғыларды іске пайдалану нұсқаулығы бойынша баптау қажет.

Трюмдарда өртті анықтайтын *түтінсигнал станцияларының* әрекет ету принципі осыған ұқсас. Мұндай станциялар әдетте жүріс аралықшасында орнатылады, ал трюмдармен құбыржолдар арқылы қосылады. Барлық дерлік станциялардың сигнализациясы желдеткіште ақаулық болғанда, қыздыру лампалары жанып кеткенде, қорек жоғалғанда және т.с. іске қосылады.

Өрт сөндіру жүйелерін автоматтандыруға өрттің шығуы туралы хабарлау құралдары ғана емес, сондай-ақ *қашықтан немесе автоматтандырылған басқару құралдары* кіруі мүмкін. Автоматтандырылған басқару жүйелерінің көмегімен кемелердің өрт сөндіру жүйелерін үнемі дайын күйде ұстап тұрады.

Бірқатар жүйелерде БП-ның жеке пультінен сорғы қондырғыларын басқару қамтамасыз етіледі, ал олар судың шығынына байланыссыз өрт магистралінде тұрақты қысымды ұстап тұрады. Магистральді клапандар және далдашалы клапандар әдетте қашықтан басқарылады. Балдақты магистральдің 1 өрт сорғылары (23-сурет) қашықтан басқарылатын ажырататын клапандар *K4, K3, K8* және *K9* арқылы қосылады. *K6* мен *K7* клапандар сол және оң борттың тұмсық және корма учаскелерін ажыратады. Үшпозициялық гидравликалық

позиционерлер клапандарды қашықтан басқарып, оларды команда алынғаннан кейін берілген қалыпта ұстап тұрады. Сорғылардың арын магистральдарында автоматты қайтпайтын клапандар орнатылған, олар сорғылар тоқтағаннан кейін магистральдардан судың ағылуын болдырмайды.



23-сурет. Автоматты өрт сөндіру су жүйесінің сұлбасы

Су шығыны аз болып өрт сорғыларының ресурсын үнемдеу үшін арын магистралінде гидроаккумулятор рөлін атқаратын пневмоцистерна 2 орнатылған. Ол гидрофор сияқты жұмыс істейді, қысым релесінен СД4 келетін сигнал бойынша сорғы Н1 қосылады немесе ажыратылады. Сорғылардың дұрыс жұмыс істеуін бақылау қайтпайтын клапандардың алдында арын магистральдарында орнатылған қысым релесінен (сигнализаторлардан) СД1, СД2 мен СД3 келетін сигналдар бойынша жүргізіледі.

Электр қорегі жүйесі кернеуінің қатты тербелісін азайту мақсатымен басқару жүйесі сорғылардың тек бірізді (кезек-кезек) қосылуын қамтамасыз етеді. Сорғы қондырғысы қосылғанда алдымен кингстоннан 3 келетін сорғының сору келтеқұбырындағы клапан (К1, К2 немесе К3) ашылады, ал содан соң электрқозғалтқышқа қорек беріледі.

Бірқатар кемелерде су қалқандары (спринклер жүйелері) арқылы болжамды өрт ошақтарына су беру процестері автоматтандырылған. Спринклер – су тозаңдатқыш құрылғы, ол кеме жайларының подволокасы астында орналастырылады және жол берілетін берілген ең жоғары температураға жеткенде автоматты түрде қосылады. Бұл құрылғыда оңай балқитын кілті бар тозаңдатқыш саптамалар орнатылған, оның кілті 70-80°C температурада бұзылып, пневмоцистернаның көмегімен қысым бірқалыпты ұсталып тұратын өрт магистраліндегі судың шығатын жерін ашады.

Қазіргі заманғы кемелердегі Химиялық және көмірқышқылды өрт сөндіру жүйелері қашықтан басқарылып, жайларға дыбыстық және жарық сигнализациясы беріледі де, ол жерлерге сөндіргіш заттектер беріледі.

Танкерлерде жүк танктерінің жарылыс-өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін автоматтандырылған инертті газдар қондырғысы қолданылған. Инертті газдар бу қазандарының түтінөткізгіштерінен күкірттің және жанбаған көмірсутектердің қос тотықтарын іріктеп алып, тазартады, құрғатады, ал содан соң

жүк танктеріне береді. Автоматты басқару, бақылау және сигнализация жүйелерінің көмегімен мына функциялар орындалады: құрғатылған инертті газдар жүйесін жергілікті және қашықтан іске қосу және оны істен шығару, қондырғының берілген параметрлерін ұстап тұру және бақылау, апатты жағдайларда қорғау және сигналдау, жүк танктерін автоматтыдырылған газсыздандыру.

Кемнің жүрісі кезінде танктерде жүкте немесе балластта 1,96-8,82 кПа шегінде инертті газдардың шамадан тыс қысымын автоматты түрде қалыпта ұстап тұрады.

Қондырғының бақыланатын параметрлердің шекті мәндеріне жеткенде танктерге инертті газдарды беру тоқтатылады да, руль рубкасында және ОБП-да апатты сигнализация іске қосылады.

8. Кеме электр станцияларын автоматтандыру

Қазіргі заманғы көлік теңіз флотының кемелері ауыспалы ток электр станцияларымен жабдықталған. Электр генераторларының жетекті қозғалтқыштары дизельдер, су және газ турбиналары болуы мүмкін. Кемнің электр жабдығының дұрыс жұмыс істеуі үшін желідегі токтың жиілігін және кернеуін белгіленген шектерде ұстап тұру қажет. Кернеуді реттеу үшін электр автоматикасы құралдарымен генераторлардың қозу тогын өзгертеді.

Желідегі ауыспалы токтың жиілігі f (Гц) бір мағыналы түрде генератор валының және жетекті қозғалтқыштың айналу жиілігімен n (айн/мин) анықталады:

$$f = \frac{in}{60},$$

мұндағы i - генератор полюстерінің жұптарының саны.

Демек, желіде токтың жиілігін тұрақтандыру үшін жетекті қозғалтқыш валының айналу жиілігін белгіленген шектерде ұстап тұру қажет. Кемемен жүзу теңіз тіркемесінің талаптары бойынша, ауыспалы ток генераторларының жетекті қозғалтқыштарының айналу жиілігінің АРЖ біркелкі болмауы дәрежесі 5% аспауға тиіс, бұл номинал 50 Гц болғанда және жүктемен 0 бастап 100% дейін өзгергенде ток жиілігінің 2,5 Гц өзгеруіне сәйкес келеді. Жүктеме номиналдың 25 бастап 100% дейін өзгергенде айналу жиілігін ұстап тұрудың тұрақсыздығы 1% аспауға тиіс. Жүктеме 100% ұлғайғанда айналу жиілігінің динамикалық лақтыруы номиналдан 10% аспауға тиіс, ал өтпелі процесс уақыты 5 с көп болмауға тиіс.

Қосылған электр энергиясын тұтынушылардың қосынды қуат кеме электр станциясының жүктемесін анықтайды. Бұл қуатты электр генераторлары береді, олардың жетегі үшін жетекті қозғалтқыштардың тиісті қуаты қажет. Демек, электр желінің активті қуат генераторлардағы механикалық және жылу шығындарымен жиынтықта олардың жетекті қозғалтқыштарының жүктемесін айқындайды. Жетекті қозғалтқыштардың дамытатын қуаты отынның (ІЖҚ және ГТҚ) немесе будың (ПТҚ) шығынымен анықталады және реттеледі. Айналу жиілігінің АРЖ-і бір уақытта қуатына қарамастан валдың айналу қуатын берілген деңгейде ұстап тұрады.

Егер бір ғана генераторлы агрегат жұмыс істесе, ол желінің бүкіл жүктемесін көтереді, ал токтың берілген жиілігі АРЖ-нің статикалық бірқалыпты

еместігі шегінде ұсталады. Сонда *реттегіш тек қана бір міндетті атқарады – берілген айналу жиілігін қалыпта ұстап тұрады.*

Егер генераторлы агрегаттар параллель жұмыс істесе, реттегіштердің функциялары кеңейеді. Әсіресе бұл синхронды ауыспалы ток генераторлары бар агрегаттар параллель жұмыс істегенде қатты байқалады. Бұл жағдайда электр жағынан байланысты генераторлар синхронды түрде (бірдей жиілікпен) айналады, ал әр агрегаттың жүктемесі мен айналу жиілігі АРЖ статикалық сипаттамаларының өзара орналасуына және ток тұтынушылардың жиынтық активті қуатына тәуелді болады. Басқаша айтқанда, параллель жұмыс істейтін генераторлы агрегаттар кешені сыртқы желіспен байланған параметрлері бар күрделі БО құрайды, оның реттелетін параметрі токтың жиілігі ғана емес, сондай-ақ әр агрегатқа түсетін жүктеме болып табылады. Осылайша, *айналу жиілігін реттегіштер генераторлы агрегаттар параллель жұмыс істегенде айналу жиілігін қалыпта ұстап тұру және активті жүктемені агрегаттардың арасында бөлу функцияларын атқарады.* Бұл орайда *активті жүктеменің генераторлардың арасында олардың жетекті қозғалтқыштарының қуатына пропорционал бөлінуі қажет.* АРЖ динамикалық тұрақтылығын арттыру және жүктемені параллель жұмыс істейтін агрегаттардың арасында бірқалыпты бөлу тұрғысында олардың статизмін ұлғатқан жөн. Дегенмен жүктеменің мәндері әр түрлі және реттегіштердің бапталуы өзгеріссіз болғанда бұл айналу жиілігін ұстап тұрудың және желідегі токтың жиілігінің статикалық дәлдігін төмендетеді. Сондықтан агрегаттар параллель жұмыс істегенде АРЖ 2-4% статикалық бірқалыпты еместікке баптаған дұрыс.

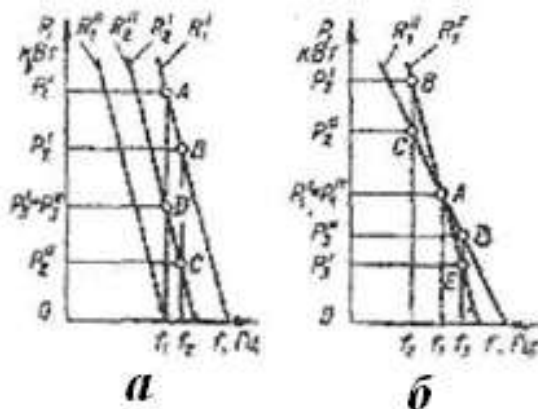
Қуаты бірдей ауыспалы токтағы екі генераторлы агрегаттың параллель жұмысының принциптерін және жүктеменің олардың арасында бөлінуін қарастырайық. Жетекті қозғалтқыштың АРЖ тұрақты жүктемесі бар бірінші агрегатстатикалық (реттеу) сипаттамасы бойынша R_1' (24-сурет, а), жұмыс істеп, жүктеменің мәндері әр түрлі болғанда АРЖ бірқалыпты еместігі шегінде желіде токтың берілген жиілігін f қалыпты ұстап тұрады. Айталық, бұл генератордың активті жүктемесі P_1 номиналдың 75-85% құрайды, ал желідегі токтың жиілігі A нүктесінде қалыптасқан режимге сәйкес келеді. Егер желінің жүктемесін одан әрі арттыру болжанып отырса, онда бұл агрегатқа шамадан тыс жүктеме түсуін болдырмау үшін параллель жұмысқа екінші агрегатты кіргізіп, жүктемелерді олардың арасында тең бөлу қажет. Бұл үшін екінші агрегаттың жетекті қозғалтқышын іске қосады да, қажет болған жағдайда оның генераторының кернеуін қажетті деңгейге дейін түзетеді. Содан соң екінші агрегатты синхронизациялап БҮҚ-дан басқару органдарына әсер етеді («Азырақ – көбірек» батырмалары немесе ауыстырып-қосқышы). Олардың сигналы бойынша электр СМ (реверсивті электрқозғалтқыш) арқылы реттегіш тапсырмасының уставкасын өзгертеді, сонда генератор тогының жиілігі желідегі токтың жиілігімен f_1 сәйкес келуге тиіс. Бұл екінші агрегаттың АРЖ-нің реттеу сипаттамасына R_1'' сай келеді.

Токтың фазалары сәйкес келген сәтте синхроскоп арқылы екінші генераторды желіге қосады да, генераторлардың активті жүктемелерін теңестіруге кіріседі. Бұл үшін екінші агрегаттың синхронизация басқару

органына әсер ету жолымен («Көбірек» батырмасы) жетекті қозғалтқыш реттегішінің тапсырмасының уставкасы ұлғайтады, ал бұл R_1'' реттеу сипаттамасының R_2'' қалыпқа параллель ығысуына әкеледі. Екінші жетекті қозғалтқыштың айналдырушы моментінің ұлғаюы нәтижесінде (отынның немесе будың берілісінің ұлғаюынан) агрегаттардың жалпы айналу жиілігі және желідегі токтың жиілігі f_2 мәнге дейін артады. Бұл жүктеме сипаттамасының оңға қарай BC қалпына ығысуына және бұрынғы R_1' жүктеменің генераторлардың арасында қайта бөлінуіне әкеледі: P_2' - біріншісі үшін және P_2'' - екіншісі үшін.

Екінші агрегаттың реттегіші тапсырмасының уставкасын одан әрі ұлғайтудан желідегі токтың жиілігі номиналдан елеулі түрде ауытқуы мүмкін. Сондықтан жүктемелерді одан әрі агрегаттардың арасында теңестіру үшін бірінші агрегат реттегішінің тапсырмасының уставкасын азайтқан жөн («Азырақ» батырмасын басып).

R_2'' және R_2' реттеу сипаттамалары үйлескеннен кейін, бірінші агрегаттың бастапқы жүктемесі P_1' екі агрегаттың арасында теңдей бөлінеді ($P_3' - P_1'$), ал желідегі токтың жиілігі бастапқы f_1 мәніне жетеді. Сызбадан көрініп тұрғандай, желінің жиынтық жүктемесінің өзгеруімен агрегаттардың арасында жүктеме тең бөлінетін болады, ал қозғалтқыштардың айналу жиілігі және желідегі токтың жиілігі АРЖ бірқалыпты еместігі шегінде өзгереді.



24-сурет. Қуаты бірдей параллель жұмыс істейтін генераторлы агрегаттардың АРЖ-нің статикалық сипаттамалары:

a – бірқалыпты еместігі бірдей; *б* – бірқалыпты еместігі әр түрлі

Осы айтылғандардан шығатыны, қуаты бірдей генераторлы агрегаттардың арасында жүктемені біркелкі бөлу үшін, олардың АРЖ-нің бірқалыпты еместігі дәрежелерінің бірдей мәндерінің болуы, ал реттеу сипаттамалары үйлесуі қажет.

Егер реттеу сипаттамаларының еңкеюі әр түрлі болса (АРЖ бірқалыпты еместігі әр түрлі болса), онда жүктеме бір ғана *A* нүктесінде - R_1' мен R_1'' реттеу сипаттамаларының қисылысу нүктесінде бір қалыпты түспеуі мүмкін (24-сурет, б). Желіге түсетін жүктеменің ұлғаюымен жүктеменің көп бөлігін бір қалыпты еместігі азырақ бірінші агрегат алады. Бұл оған шамадан тыс жүктеме түсуіне және генератор қорғанысының максимал қуатпен іске қосылуы салдарында желіден ажырауына әкелуі мүмкін. Желідегі жүктеменің азаюымен бірінші

агрегат A нүктесінен бастап азырақы жүктемені алады, ал бұл оның генераторының қозғалатын жұмыс режиміне өтуіне және қорғаныс кері қуат бойынша іске қосылғанда оның желіден ажырауына әкелуі мүмкін.

Қазіргі заманғы кеме электр станцияларының автоматика құралдарында генераторлардың арасында бөлінген жүктеменің үйлесімсіздігі жөніндегі сигналдар бойынша активті жүктеменің параллель жұмыс істейтін агрегаттардың арасында автоматты түрде теңестірілуі қарастырылуы мүмкін. Бұл орайда жетекті қозғалтқыштардың СМ тапсырмалары арқылы әсер беріледі. Бірақ түзету айтарлықтай жай жасалады, сөйтіп реттеу сипаттамаларының еңкеюі әр түрлі болғанда желідегі жүктеменің шұғыл өзгеруі жүктеменің елеулі түрде үйлесімсіз түсуіне әкелуі мүмкін.

Параллель жұмыс істейтін генераторлы агрегаттардың жүктемесінің үйлесімсіздігі дәрежесі Θ ажыратылған автоматты түзету кезінде және реттегіштер қондырғының жүктемесінің өзгеру диапазоны номиналдың 20 - 100% болғанда өзгеріссіз бапталуы жағдайында тексеріледі және әр агрегат үшін мына өрнек бойынша анықталады, %:

$$\Theta = \left(\frac{P_k \sum P_i}{P_{кн} \sum P_{ін}} \right) 100,$$

мұндағы P_k мен $P_{кн}$ - сыналып жатқан генератордың активті жүктемелерінің шын және номинал мәндері;

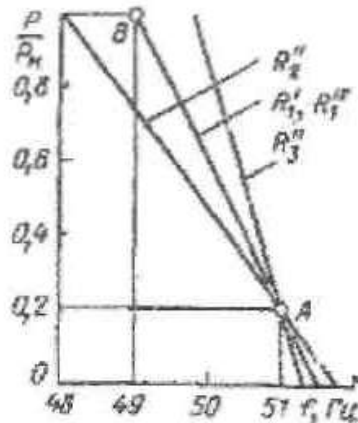
$\sum P_i$ и $\sum P_{ін}$ - параллель жұмыс істейтін генераторлардың (соның ішінде сыналып жатқан) активті жүктемелерінің жиынтық шын және номинал мәндері.

Осы өрнек бойынша анықталған жүктемелердің үйлесімсіздігі 10% *аснауға тиіс*. Бұл орайда жүктемелердің бөлінуі жетекті қозғалтқыштардың айналу жиілігін және генераторлардың кернеуін қолмен реттеусіз осындай болуға тиіс. Жүктеменің үйлесімсіздігі дәрежесін анықтау үшін алдымен параллель жұмыс істейтін агрегаттарға бірдей дәрежеде жүктеме салу, содан соң желінің жүктемесін өзгерту керек (бірқатар тұтынушыны қосып немесе ажыратып) және БҮҚ-тағы киловаттамперметрлердің деректері бойынша P_k мен $\sum P_i$ жүктемелерінің шын мәндерін анықтау қажет. $P_{кн}$ мен $P_{ін}$ мәндерін генераторлардың паспорттарындағы деректерден алады. Алынған жүктеме мәндерін өрнекке қояды да әр агрегат үшін жүктеменің үйлесімсіздігі дәрежесінің шын мәнін анықтайды, ал содан соң оны жол берілетін мәнімен салыстырады.

Егер электр станциясының құрамына *номинал қуаты әр түрлі* генераторлар кірсе, онда олардың параллель жұмысын координаталармен қарастыру қажет, онда жүктеме салыстырмалы P/P_n шамаларында қойылады (25-сурет). АРЖ оңтайлы бапталуында R'_1 мен R''_1 реттеу сипаттамаларының еңкеюі бірдей болып (АРЖ-нің бір қалыпты еместігі дәрежесі бірдей), үйлеседі.

Бұл жағдайда *желінің жүктемелері әр түрлі болғанда генераторлардың белсенді жүктемесі жетекті қозғалтқыштардың қуаттарына пропорционал үлестіріледі*. Аталған пропорционалдылық АРЖ бір қалыпты еместіктерінің теңдігінің бұзылуымен өзгереді, бұл R'_1 мен R''_2 немесе R'_1 мен R''_3 сипаттамаларының орналасуына сәйкес келеді. Ең қолайсыз нұсқада *қуаты*

азырақ агрегаттың статикалық бір қалыпты еместігі азырақ болады. Сонда желі жүктемесінің өсуімен, параллель жұмыс істейтін агрегаттардың ортақ қуат қорытын бар екеніне қарамастан, ол жүктеменің көбірек бөлігін өзіне алады да, оған шамадан тыс жүктеме түсуі мүмкін. Бұл жағдайда жоғарыда келтірілген формула бойынша анықталатын қуаты азырақ агрегаттың үйлесімсіздігі дәрежесі оң мәндерге ие болады. Іске пайдалану жағдайында АРЖ баптау кезінде қуаты азырақ агрегаттар үшін жүктеменің үйлесімсіздігі дәрежесі нөл немесе теріс мәнге ие болғаны жөн. Егер қуаты көбірек агрегаттың АРЖ үйлесімдігі дәрежесі қуаты азырақ агрегатқа қарағанда төменірек болса, екінші шарт сақталады.



25-сурет. Параллель жұмыс істейтін, қуаты әр түрлі генераторлы агрегаттардың АРЖ

Генераторлар параллель жұмыс істеп тұрғанда кәдеге жарату қондырғысының қуатын неғұрлым толық пайдалану үшін дизель-генераторға қарағанда, турбогенератор АРЖ-нің үйлесімсіздігінің азырақ дәрежесін орнатады. Сонда жүктеменің көбірек бөлігін турбогенератор қабылдайды.

Қазанның буөнімділігі төмендеген жағдайда, БҮҚ-нан турбогенератордың синхронизаторына қолмен әсер етіп, немесе турбинаның алдындағы будың қысымы бойынша импульс алатын арнайы жүктеме түзеткіштен келетін сигнал бойынша автоматты түрде әсер етіп, жүктемелерді қайта үлестіреді.

Кеме жағдайында реттеу сипаттамаларын алудың ең ыңғайлы тәсілін қарастырып көрейік. Жүктеме алуға дайын сыналып жатқан генераторлы агрегатты параллель жұмысқа кіргізіп, оның жүктемесін номиналдың 10-20%, ал желідегі токтың жиілігін 51 Гц етіп орнатады (25-суретті қараңыз). Содан соң, сыналып жатқан агрегаттың баптау және синхронизация органдарын қозғамай екінші агрегаттың синхронизация органына, «Азырақ» жағына қарай әсер етіп, оған біртіндеп жүктеме түсіреді. Жүктеме 20%-ға әр өзгерген сайын активті қуат мәндерін (БҮҚ киловатт-амперметрі бойынша) және оларға сәйкес келетін ток жиілігінің мәндерін (жиілікөлшегіш бойынша) өзгертеді. Жүктемені сыналып жатқан генератордың қуатының номинал мәніне немесе жүктемеге жақын мәніне дейін жоғарылатады. Жүктемені түсіріп тәжірибені қайталайды да, алынған деректер бойынша таңдалған масштабта реттеу сипаттамасын құрастырады. Алынған сызықты ол жүктеменің номинал мәнінің ординатасымен және абсциссалар осімен (желідегі токтың жиілігінің) қисылысқанша созады. Нөл

және номинал жүктеме жағдайында жиіліктердің айырмасы токтың жиілігі бойынша статикалық бірқалыпты еместіктің мәнін береді ($f_{\max} - f_{\min}$). Шаққан мәнді ток жиілігінің номинал мәніне f_n бөліп АРЖ бірқалыпты еместігі дәрежесін δ аламыз. Мысалы, R_1' мен R_1'' сипаттамалар үшін жүктемесі нөл болғанда токтың жиілігі 51,5 Гц, ал жүктеме номинал болғанда - 49 Гц. Сонда δ мәні, %, мынаған тең:

$$\delta = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_n} 100 = \frac{51,5 - 49}{50} 100 = 5,$$

Кемемен жүзудің теңіз Тіркемесі бойынша бұған жол беруге болады.

Сол сияқты дәл сол графикте басқа агрегаттардың реттеу сипаттамаларын құрады да, бір-бірімен салыстырады. АРЖ статикалық бір қалыпты еместігін келтіріп қою үшін реттегіштердің бір қалыпты еместіктерін өзгертеді, бұл үшін тиісті органдарға әсер етеді (ҚКБ әсерін, өлшегіштер серіппелерінің келтірілген қатаңдығын және т.с. өзгертеді).

АРЖ іс жүзіндегі реттеу сипаттамалары реттегіштердің және АО қасиеттерінің салдарынан *сызықтық емес* болуы (қисықтығы болуы мүмкін), бұл да АРЖ жұмыс режимдерінің әр түрлі диапазондарында жүктемелердің үйлесімсіздігіне әкеледі. АРЖ тізбектерінде саңылаулардың және құрғақ үйкеліс күштерінің артуынан *АРЖ-нің сезімсіздігінің өсуімен жүктемелердің үйлесімсіздігі артады*. АРЖ қозғалтқышы мен тізбектерінің тозуына қарай сондай-ақ реттегіштердің баптау органдарының уставкалары дәл сондай болып қала бергенде де реттеу сипаттамаларының қалпы мен нысаны өзгереді. Сондықтан АРЖ-ні мезгіл-мезгіл тексерген, ал қажет болғанда үндестіріп баптаған жөн.

Генераторлы агрегаттар параллель жұмыс істеп тұрғанда және желінің жалпы жүктемесі тұрақты болғанда қалыптасқан режимдерде агрегаттардың қуаттарының алмасу тербелістері пайда болуы мүмкін. Генераторлы агрегаттар параллель жұмыс істеп тұрғанда ауыспалы токтың алмасу тербелістерінің максимал амплитудасы әр агрегаттың номинал қуатының 12,5% аспауға тиіс (МЕМСТ 10511-72).

Қуаттың алмасу тербелістерінің себептері РО-ның өздерінде, сондай-ақ реттегіштерде болуы мүмкін. Ең алдымен РО және олардың отын немесе бу реттегіш аппаратурасының жұмысын талдау қажет.

Егер айналу жиілігін реттегіштерді жетекті қозғалтқыштардан бірізділікпен ажыратқанда (АО қозғалмайтын тірекке алғанда) қуаттың алмасу тербелістері сақталса, онда оның себебін РО-ның өзінен іздеу керек. барлық қондырғыларды мұндай тербелістердің ең ықтимал себебі генераторлардың теңестігіш ток тізбектерінің үзілуі, ал дизель-генераторлы қондырғыларда қуаттың қозғалтқыштың цилиндрлері бойынша бірдей бөлінбеуі болуы мүмкін. Екінші жағдайда отын аппаратурасының жұмысын және дизельдің газ үлестіру жүйесінің реттелуін тексерген жөн, өйткені бұл дизель-генераторлар параллель жұмыс істегенде болатын қуаттың алмасу тербелістерінің ең жиі кездесетін көздері.

Егер АО тұрақтанғанда тербелістер жойылса, онда себепті АО-ның реттегішпен байланысу желісінен, реттегіштің өзінен немесе оның жетегінен іздеу керек. Реттегіштер мен АРЖ тексеру және баптау амалдары жалпы жоғарыда

тиісті бөлімдерде сипатталған. Ең алдымен, осы бөлімде баяндалған әдістеме бойынша генераторлы қондырғылардың АРЖ-сін бөлек статикалық және динамикалық баптау жұмысын жүргізеді. Содан соң параллель жұмыс жағдайында агрегаттардың динамикалық орнықтылығын тексереді. Қажет болғанда, агрегаттардың статизмін өзгертпей, кешеннің динамикалық орнықтылығын түзетеді. Егер кешенде тұрақтылықты арттыру үшін бір агрегаттың статизмін ұлғайту керек болса, онда бұдан кейін басқа агрегаттардың статизмін жәл сол дәрежеде жол берілетін шектерде ұлғайтқан жөн.

Жүктемемен жұмыс істейтін турбогенераторлар және синхронды ауыспалы ток генераторлары бар дизель-генераторлар, тіпті номинал қуаты бірдей болғанда да, РО ретінде өздерінің қасиеттері бойынша бір-бірінен елеулі түрде ерекшеленеді. Олардың инерциялық қасиеттері және өзін-өзі реттеуі әр түрлі. Турбогенераторлардың инерциялығы салыстырмалы түрде көбірек және өзін-өзі реттеуі әрқашан оң болғандықтан, ауысу процесінің талап етілетін сапасын қамтамасыз ету үшін, олардың тікелей әрекет етпейтін айналу жиілігін реттегіштерінде тек қана ҚКБ қолданылуы жеткілікті. Дизель-генераторлардың АРЖ орнықтылығын арттыру мақсатымен олардың тікелей әрекет тепейтін реттегіштеріне ҚКБ-мен қатар ИКБ кіргізу қажет. Әсіресе, бұл өзін-өзі реттеуі теріс дизель-генераторларға және жетекті қозғалтқыштың наддувы болған жағдайда тән болады. Дизель-генераторлардың инерциялығының азырақ болуы салдарында олардың реттегіштері турбогенераторлардың реттегіштерімен салыстырғанда шапшаңырақ әрекет етуге тиіс. Осы айтылғандардан шығатыны, дизель-генераторлардың АРЖ-сін баптау турбогенераторлардың АРЖ-сін баптауға қарағанда күрделірек.

Электр станцияларының генераторлы қондырғыларын басқару қолмен немесе автоматты түрде жүзеге асырылады. Қондырғының автоматтандырылуы дәрежесіне байланысты электр станциясын басқару жөніндегі операциялардың саны әр түрлі болуы мүмкін.

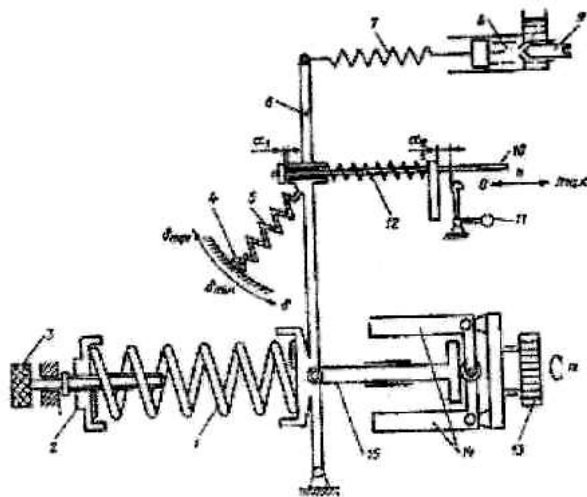
9. Қозғалтқыш валының айналу жиілігін бір режимде реттеу

Елімізде шығарылған қуаты аз ДГ-да *P-11M тұрпатты тікелей әсер ететін біррежимді айналу жиілігін реттегіштер* кеңінен қолданылады. Реттегіш блокты ҚЖОС-та бекітілген бөлек түйін (түзілім) түрінде жасалған.

ҚЖОС үлестіру валынан тістегеріш *13* арқылы (26-сурет) айналыс жүктерге *14* беріледі. Жүктерге әсер ететін центрден тепкіш күш шток *15* арқылы рычагқа *6* беріледі де, серіппелердің *1*, *5* және *7* әрекет ету күштерімен теңгеріледі. Олардың негізгісі қысуға жұмыс істейтін серіппе *1* болып табылады, оның бастапқы қысып тартылуын өзгерту арқылы реттегішті берілген айналу жиілігіне баптау жүзеге асырылады.

Серіппе *5* қосымша болып келеді, ал оның рычагқа *6* әрекет ету күші рычагтың және төменгі тіректің *4* қалпына байланысты болады. Қосымша серіппе *7* бір шетімен катаракта мойынтірегіне *8* бекітілеп, онымен серпінді байланысты қамтамасыз етеді және тек өтпелі процестерде жұмыс істейді. Реттегіш жұмыс істегенде кернегіш серіппе *12* арқылы өлшегіштің шығу рычагының *6* және ҚЖОС

тартқышының 10 арасында тұрақты жанасудың болуы қамтамасыз етіледі (саңылау $a_1 = 0$), бұл реттегіштің барлық режимде қосылу сұлбасына сәйкес келеді.



26-сурет. Р-11М реттегішінің принципті сұлбасы

Қозғалтқыштың қалыптасқан жұмыс режимінде валдың айналу жиілігі өзгеріссіз болады, аталған күштер рычагта 6 теңгеріліп, оны және ҚЖОС тартқышын қозғалмайтын күйде ұстап тұрады, бұл белгіленген отын берілісіне және қозғалтқыштың дамытатын қуатына сәйкес келеді.

Мысалы, жүктеме түсірілгенде қозғалтқыш валының айналу жиілігі және өлшегіштің жүктеріне 14 әсер ететін центрден тепкіш күш артады. Центрден тепкіш күштің және серіппелердің 1 , 5 және 7 әрекет ету күштерінің айырмасының әсерімен рычаг 6 бұрылып, ҚЖОС тартқышын отын берілісін азайту жағына қарай ауыстырады. Қозғалтқыштың қуаты азайып, тұтынушының қуатымен теңеседі. Алдымен ҚЖОС тартқышының орын ауыстыруы шапшаң, аталған күштердің өзгеруіне пропорционал жүреді, ал содан соң біртіндеп айналу жиілігінің бастапқы қалпына жақындауына және катаракт тістерерішінің қозғалысы салдарында қосымша серіппенің 7 әсерінің тоқтауына қарай баяулайды. Қозғалтқыштың қуаты азырақ болғанда және ҚЖОС тартқышы қалыптасқан режимде сәйкес қалыпта тұрғанда рычаг 6 жаңа қалыпқа түседі. Дегенмен серіппелердің 1 мен 5 қысып тартылуының артуының нәтижесінде рычагты 6 жаңа қалыпта ұстап тұру үшін центрден тепкіш күштің, демек, айналу жиілігінің де мәні үлкен болу керек. Осылайша, *қарастырылған реттегіш статикалық болып табылады, ол берілген айналу жиілігін статикалық бірқалыпты еместікпен ұстап тұрады.* АРЖ-нің бірқалыпты еместігі дәрежесін бұл реттегішпен $2 - 6\%$ шектерінде орнатуға болады, бұл үшін серіппелердің келтірілген қатаңдығын қосымша серіппенің 5 әрекет ету дәрежесінің есебінен өзгерту керек. Серіппенің 5 әрекет етуі азайған сайын (тірегі 4 рычаг 6 осіне жақынырақ ығысады) бірқалыпты еместік азаяды. АРЖ-нің статикалық бірқалыпты еместігінің төмендеуі оның динамикалық орнықтылығының азаюына әкеледі.

АРЖ-нің *динамикалық орнықтылығын арттыру үшін* катаракт инесін 9 жабыңқырау (катаракт уақытын T_k көбейту) керек. Катаракт инесінің түгел жабылуы немесе оның поршенінің цилиндрде сыналануы, жүктеменің мәндері әр

түрлі болғанда серіппенің 7 үздіксіз жұмыс істеуінің салдарында, АРЖ статикалық бірқалыпты еместігінің елеулі түрде артуына әкеледі. Динамикада АРЖ тербелуі ҚЖОС тартқышының «тұтылып қалуы» салдарында туындауы мүмкін. Тартқыштың «тұтылып қалуының» белгісі - ол жұлқынып қозғалады, сондай-ақ тартқыштың тірек сомынының 10 және рычагтың 6 арасында үздіксіз саңылау c_1 біресе пайда болады, біресе жабылады.

Реттегішті берілген айналу жиілігіне баптау үшін серіппенің 1 бастапқы тартып қысылуын өзгертеді, бұл үшін тегершікті 3 айналдырып, оның бұрама штокының бойымен тірек сомыны 2 орын ауыстырады.

Қозғалтқышты тоқтату үшін рычагты 11 вертикаль қалыпқа айналдыру қажет, ол саңылауды α_2 таңдап, тірек арқылы тікелей ҚЖОС тартқышына әсер етеді. Тірек серіппесінің 12 болуы реттегіш элементтеріне әсер етпестен тартқышты нөл қалпына ауыстыруға мүмкіндік береді.

6С25/34 қозғалтқыштарының РП-100 реттегіштерінің әрекет ету принципі, құрылымы, қасиеттері және қосылу сұлбасы осыған ұқсас. Әдетте кеме электр станцияларының ДГ-ларында орнатылады. РП-100 реттегіштерінің негізгі серіппесінің тартып қысылуын қашықтан өзгерту (синхронизациялау) үшін БҮҚ-дан басқарылатын, редукторлары бар реверсті электр СМ-дер орнатылады.

Бағана тұрпатты және кеме электр станцияларының ДГ-ларында орнатылатын «Вудвард» UG-8ЖКР *барлық режимді сұлба бойынша* жұмысқа қосылған. Айналу жиілігін реттегіштің және шекті ажыратқыштың қосылу сұлбасын «Вяртсиля - Зульцер» ДГ мысалында қарастырайық.

Жұмыс істеп тұрған қозғалтқышта реттегіштің шығу валы 16 иілгіш серіппе буыны арқылы ҚЖОС 24 валігіне 3 үздіксіз әсер етеді. Бұл кезде талрепный шток 6 серіппемен 7 стаканның түбіне қысылып тұрады 8 (саңылау $\alpha_3 = 0$), ал иілгіш буынның ұзындығы минимал болады.

Қозғалтқышты тоқтату үшін жұдырықты 1 бұрып, жергілікті басқару постының тұтқасын «Стоп» қалпына орнату немесе реттегіш арқылы 16 отынбергішті шектеу сабын 75 нөл қалпына орнату керек. Бірінші жағдайда жұдырықтың 1 және рычагтың 2 арасындағы саңылау a таңдалады да, валик 3 бұрылады, ал ҚЖОС тартқыштары нөлдік беріліске тұрады. Бұл ретте реттегіш жылубергішті ажыратуға кедергі жасамайды, өйткені валик 3 бұрылғанда стаканның ішінде 8 штоктың 6 қозғалуы, керме серіппесінің 7 қысылуы және стаканның түбі мен штоктың арасында саңылаудың α_3 пайда болуының есебінен иілгіш буын ұзарады.

Бақылау жұмысына тапсырма

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМИ
МИНИСТРЛІГІ
Ш. ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ

_____ студентке _____ курс _____ нұсқа
(Т.А.Ә.А) _____

«Кеме энергетикалық қондырғыларын автоматтандыру» пәні бойынша бақылау жұмысына тапсырма

1. Автоматтандыру объектісінің атауы КЭҚ
2. Қысым өлшегіштің құрылымдық сұлбасын әзірлеу (сипаттамасын беру)
3. Мембраналық өлшегіштің әр түрлі мембраналары бар өлшегіштің құрылымдық сұлбасын (сызбасын) әзірлеу

Тапсырманың берілген күні 20__ жылғы «__» _____

Тапсырма берген _____

Сұрақтардың нұсқалары

Сұрақтардың нұсқалары студенттің тегінің бірінші әрпі бойынша және студент шифрінің соңғы цифрі бойынша таңдалады. Барлығы үш топ сұрақ бар:

- 1 – бірінші сұрақтан жетінші сұраққа дейін;
- 2 – сегізінші сұрақтан он бесінші сұраққа дейін;
- 3 – он алтыншы сұрақтан жиырма бірінші сұраққа дейін.

Бірінші топқа тектердің бірінші әріптері кіреді - А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, екіншісіне - З, И, К, Л, М, Н, О, П әріптері, үшіншісіне - Р, С, Т, У, Ф, Х, Ц, Ч, Ш, Щ, Э, Ю, Я.

Ескертпе. Егер студенттің шифрінің соңғы цифрі топ нұсқасының нөмірімен сәйкес келмесе, онда бұл топтағы соңғы нұсқа таңдап алынады.

Мысалы: Белов (шифрдің соңғы цифрі 7) - 7 нұсқа; Иванов (шифрдің соңғы цифрі 9) - 17 нұсқа; Титов (шифрдің соңғы цифрі 0) - 20 нұсқа.

1. Қысым өлшегіштің құрылымдық сұлбасын және әр түрлі мембраналары бар мембраналық қысым өлшегіштің сұлбасын әзірлеу.
2. Қысым өлшегіштің және сильфонды және түтікті қысым өлшегіштің құрылымдық сұлбасын әзірлеу.
3. Қысым айырымын өлшегіштің құрылымдық сұлбасын және қысым айырымын мембраналық және сильфонды өлшегіштің сұлбаларын әзірлеу.
4. Қалтқысыз және мембраналық сұйықтық деңгейін өлшегіштерінің сұлбаларын әзірлеу.
5. Термогидравликалық және термостатикалық сұйықтық деңгейін өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.
6. Мембраналық логометриялық және сыйымдылықтық сұйықтық деңгейін өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.

7. Сыйымдылықты өлшегіштің және пневмеркаторлық сұйықтық деңгейін өлшеу жүйесінің сұлбаларын әзірлеу.
8. Манометриялық, көлемдік және дилатометриялық орта температурасын өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.
9. Биметалл, термокедергісі бар және термоэлектрлік орта температурасын өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.
10. Центрден тепкіш айналу жиілігін өлшегіштің сұлбасын әзірлеу, статикалық сипаттамасының сипатын келтіру.
11. Гидравликалық және электрлік айналу жиілігін өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.
12. Спиральді айналмасы бар дроссельді және жылдамдықты шығын өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.
13. Қалақты айналмасы бар жылдамдықты және көлемдік шығын өлшегіштердің сұлбаларын әзірлеу.
14. Сумен қамтамасыз ету санитарлық жүйесін автоматтандыру сұлбасын және термореттегіштің сұлбасын әзірлеу.
15. Танкердің жүк жүйесін автоматтандыру сұлбасын әзірлеу және құрғату, балласт және отын жүйелерінің қысқаша сипаттамасын беру.
16. Өрт жүйесінің және температуралық хабарлағыштардың сұлбасын әзірлеу.
17. Май тұманы детекторының жұмыс сұлбасын және өрт сөндіру су жүйесін автоматтандыру сұлбасын әзірлеу.
18. Қуаты бірдей, параллель жұмыс істейтін генераторлы агрегаттарын автоматтандырудың сипаттамасын беру және автоматты реттеу жүйесінің статикалық сипаттамаларын келтіру.
19. Қуаты әр түрлі, параллель жұмыс істейтін генераторлы агрегаттарды автоматтандырудың сипаттамасын беру және автоматты реттеу жүйесінің статикалық сипаттамаларын келтіру.
20. Дизель валының айналу жиілігін бір режимде реттеудің сипаттамасын беру, Р-11М реттегіштің сұлбасын келтіру.
21. Дизель валының айналу жиілігін барлық режимде реттеудің қысқаша сипаттамасын беру және реттегіштің сұлбасын келтіру.

Библиография тізімі

1. Исаков, Л.И. Устройство и обслуживание судовой автоматики: справочник/Л.И. Исаков. -Л.: Судостроение, 1989. -296 бет.
2. Конаков, Г.А. Судовые энергетические установки и техническая эксплуатация флота : учебник для вузов водн. трансп. / Г.А. Конаков, Б.В. Васильев; - М. : Транспорт, 1980. - 423 бет.
3. Офанасенко, В.С. Автоматизация судовых энергетических установок/В.С. Офанасенко. - М. : Транспорт, 1981. - 272 бет.
4. Толшин, В.И. Автоматизация судовых энергетических установок: учебник/В.И. Толшин, В.Л. Сизых; 2-е изд., перераб. и доп. - М.: РКонсульт, 2003. - 304 бет.

Мазмұны

1. Өлшеу органдары.....	4
2. Қысымды және қысым айырымын өлшегіштер.....	4
3. Деңгей өлшегіштер.....	9
4. Температура өлшегіштер.....	15
5. Айналу жиілігін өлшегіштер.....	19
6. Шығын өлшегіштер.....	22
7. Жүйелерді автоматтандыру.....	24
7.1. Санитарлық жүйелерді автоматтандыру.....	24
7.2. Құрғату, балласт, отын және жүк жүйелерін автоматтандыру.....	27
7.3. Өрт сөндіру жүйелерін автоматтандыру.....	33
8. Кеме электр станцияларын автоматтандыру.....	38
9. Қозғалтқыш валтының айналу жиілігін бір режимде реттеу.....	44
Бақылау жұмысына тапсырма.....	47
Библиография тізімі.....	49

Пішімі 60x84 1/12
Көлемі 51 бет 4,25 шартты баспа табағы
Таралымы 20 дана.
Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ
Редакциялық - баспа бөлімінде басылды.
Ақтау қаласы, 32 ш/а.