

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Геологиялық барлау институты
Гидрогеология және инженерлік геология кафедрасы



СТУДЕНТТИҢ ПӘНДІК ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІ

«Су пәрменді қондырғылары» пәні бойынша
050805 «Су ресурстары және суды пайдалану» мамандығы
үшін

Алматы 2008

Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ студенттеріне арналған 050805 – «Су ресурстары және суды пайдалану» мамандығы бойынша «Су пәрменді қондырғылары» пәнінің оқу-әдістемелік кешені.

Құрастырғандар: А.А. Шатанов, К. Шайпитенов Алматы: ҚазҰТУ, 2008, 68 б.

Құрастырушылар: Алтай Абзуллинович Шатанов, доцент, техника ғылымының кандидаты.
Қабиболла Шайпитенов, аға оқытушы.

Аңдатпа (аннотация). Осы оқу - әдістемелік кешен «Су пәрменді қондырғылары» пәнінің типтік бағдарламасы негізінде құрылып, онда Қазақстанның энергетика саласының дамуы, энергоресурстардың және су энергиясының елдің әлеуметтік-экономикалық дамуына әсері, су энергиясын электр энергиясына айналдыру әдістері мен тәсілдері, электр энергиясының су ресурстарын басқарудағы ролі, су пәрменді қондырғылардың конструкциясы, қолдану шарттары, модельдік зерттеулері, турбина және насостарды таңдап алу принциптері, сонымен қатар су пәрменді қондырғыларды жобалау қарастырылады.

© Қ.И.Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университеті, 2008.

1. ПӘННІҢ ОҚУ БАҒДАРЛАМАСЫ – SYLLABUS

1.1 Оқытушылар туралы мәліметтер:

Сабақ жүргізетін оқытушылар: Шатанов Алтай Абзуллинович, доцент, т.ғ.к.
Шайпитенов Қабиболла, аға оқытушы.

Байланыс түрі: тел. 92-09-94, тел/факс 33-77-88, E-mail flutbet @ mail. ru 87014018450.
Кафедрада болатын уақыты: ауд. 512, вторник 14-18 сағ.

1.2 Пән туралы мәліметтер:

Пән атауы «Су пәрменді қондырғылары»

Кредит саны 3 (үш)

Өткізу орны: ҚазҰТУ, ВК корпусы.

1-кесте

Оқу жоспарының көшірмесі

Курс	Семестр	Кредит тер	1 аптадағы академиялық сағаттар						Бақылау түрі
			Дәрістер	Лаб. сабақтар	Тәжіри белік/ семин. сабақт.	СӨЖ*	СОӨЖ*	Барлығы, 1 аптадағы академ. сағаттар	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	5	3	2	1	-	3	3	9	емтихан

1.3. Пререквизиттері: математика, гидравлика, геодезия, гидрология.

1.4. Постреквизиттері: суармалы мелиорация, ауыл шаруашылығын сумен қамтамасыздандыру және суландыру, су энергиясын пайдалану, су ресурстарын кешенді пайдалану.

1.5 Пәннің қысқаша мазмұны: «Су пәрменді қондырғылары» пәні мемлекеттік стандарттың базалық пәндерінің міндетті түрдегі компонентіне жатады. Пәннің мақсаты мен міндеті, мазмұны, су пәрменді қондырғылардың пайдалану принципті схемалары және шарттары; гидравликалық турбиналар: негізгі конструктивтік элементтері мен гидравликалық схемалары; су пәрменді қондырғылардың (турбина, насос) негізгі жұмыс теңдеуі; гидротурбина номенклатурасы; модельдеу принциптері және келтірілген көрсеткіштері; турбинаны таңдау; су ағымды бөлшектерін есептеу; кавитация; жер асты бөлігін жобалау, насостар: жалпы мағлұматтар; конструкциялары мен классификациясы; насостардың энергетикалық зерттеуі; насостарды таңдау; жер асты бөлігін жобалау оқыту тақырыптарына жатады.

Пәнді оқып білу нәтижесінде студент:

гидравликалық турбина мен насостардың конструкциясын, пайдалану принциптік схемаларын, су пәрменді қондырғылардың тегеуіріні мен қуатын, су пәрменді қондырғылардың негізгі жұмыс теңдеуін, модельдік зерттеу негіздері мен су пәрменді қондырғылардың су ағымды бөлшектерінің гидравликалық есептерін, кавитация құбылысын **білуі,**

гидравликалық турбиналар мен насостарды таңдап алу, су пәрменді қондырғылардың су ағымды бөлшектерін гидравликалық есептеу **дағдысына ие болуы,**

су пәрменді қондырғылардың тегеуіріні мен қуатын анықтауды, турбина мен насостың таңдап алу дұрыстығын бағалауды, су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігінің биіктік және жазықтық жобалауын **атқара алуы** қажет.

1.6 Тапсырмалардың тізімі мен түрлері және оларды орындау кестесі:

Тапсырмалардың түрі және оларды орындау мерзімі

Бақылау түрі	Жұмыс түрі	Жұмыстың тақырыбы	Ұсынылатын әдебиетке сілтеме (нақты бетін көрсету керек)	Балдар (рейтингтік шкалаға сәйкес)	Тапсыру уақыты
1	2	3	4	5	6
1. Ағымдық бақылау	Р, Л, ӨЖ	Су пәрменді қондырғылардың негізгі параметрлерін анықтау	1 нег. [5-26], 2. [16-24], 3. [5-26].	20	1-3 апта
2. Ағымдық бақылау	Л, Р, ӨЖ	Гидравликалық турбиналар мен насостарды таңдап алу	1 нег. [135-158, 233-248], 2. [194-212], 3. [82-88, 121-122].	20	5-13 апта
3. Аралық бақылау	Л	Су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігін жобалау	1 нег. [105-109], 3. [113-114].	$\frac{10}{10}$	$\frac{4}{14}$
4. Қортынды бақылау	емтихан			10	14

1. Тапсырмалардың түрі реттік нөмірі көрсетілген кезекті және шептік бақылаудан тұрады. Бір аптаның ішінде екіден артық бақылау түрін өткізуді жоспарлауға болмайды.

2. Жұмыстың түрлеріне: лабораториялық, семестрлік жұмыстар, коллоквиумдар, рефераттар, есептер, баяндамалар ж.б. жатады.

1.7 Әдебиеттер тізімі:

Негізгі әдебиеттер

1 нег. Гидравлические машины. Г.И. Кривченко –М.; Энергоатомиздат, 1983. 320 парақ.

Қосымша әдебиеттер

1. Гидравлические турбины и насосы. И.Н. Смирнов – М.; Высшая школа, 1969. с. 400.
2. Гидравлические машины. Степанов Н.Н. – Киев; Высш школа, 1978. с. 149.
3. Насосы и насосные станции. Б.В. Карасев, -Минск, вышешая школа, 1979, с.285.
4. Насосы и насосные станции. В.В. Рычагов, М.М. Флориский, -М., Колос 1975, с. 416.
5. Гидроэнергетические установки. Д.С. Щавелев, -Л., Энергия, 1972, с.392.
6. Гидроэлектрические станции. Ф.Ф. Губин, -М., Энергия, 1972, с. 504.

1.8 Білімді бақылау және бағалау. Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-дың барлық курс пен барлық пәндері бойынша студенттердің білімін тексеруде рейтингтік бақылау қолданылады. Балдық-рейтингтік жүйеде іске асырылатын білімді бағалау туралы мәліметтер бақылаудың барлық түрі көрсетілетін шкала түрінде беріледі.

Қорытынды бақылау кезінде мамандық бойынша жұмыс оқу жоспарымен сәйкес балды бөлудің (3-кесте) үш нұсқасының бірі ғана таңдалынып алынады.

Мамандық бойынша оқу жұмыс жоспарына енгізілген әрбір пәннің рейтингі қорытынды бақылауға тәуелсіз 100 балдық шкаламен бағаланады. Әрбір пәнге келесі бақылау түрлері белгіленеді: кезекті бақылау, шептік бақылау, қорытынды бақылау.

Кезекті бақылау түріне: бақылау жұмысы, реферат, семестрлік тапсырма, коллоквиум, лабораториялық жұмыстарды орындау және басқалар жатады. Қорытынды бақылау түріне байланысты бақылау түрлерінің балдық көрсеткіштері қолданылады (3-кесте)

Бақылау түрлеріне қарай рейтингтік балдарды бөлу

№	Қорытынды бақылау түрі	Бақылау түрлері	Балы %
1.	Емтихан	Қорытынды бақылау	100
		Аралық бақылау	100
		Ағымды бақылау	100

Кезекті бақылаудың қорытындысын өткізу мерзімі пән бойынша оқу процесінің күнтізбелік кестесімен белгіленеді (4-кесте). Кезекті бақылау саны пәннің оқу-әдістемелік кешенінде көрсетілген пәннің мазмұнымен және оның көлемімен анықталады.

4-кесте

Бақылаудың барлық түрлерін өткізу бойынша күнтізбелік кестесі

“Су пәрменді қондырғылары” пәні бойынша

Апта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Бақылау түрлері	Л	Ө Ж	Р	АБ	Л	Ө Ж	Л	Ө Ж	Л	Ө Ж	Л	Ө Ж	Р	АБ	Л
Бақылау саны	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Бақылау түрлері: Л – лабораториялық жұмыс; ӨЖ - өздік жұмыс; АБ – аралық бақылау; Р – рефераттар.															

Студент жалпы ≥ 30 рейтинг балы есебімен қорытынды бақылауға жіберіледі. Қорытынды бақылауға ≥ 20 балл жинаған жағдайда ғана өткізілді деп есептеледі. Пәннің қорытынды бағасы шкала бойынша (5-кесте) анықталады.

5-кесте

Студенттердің білімдерін бағалау

Баға	Әріптік эквивалент	Рейтингтік балл (пайызбен %)	Балмен
Өте жақсы	A	95-100	4
	A-	90-94	3,67
Жақсы	B+	85-89	3,33
	B	80-84	3,0
	B-	75-79	2,67
Қанағаттанарлық	C+	70-74	2,33
	C	65-69	2,0
	C-	60-64	1,67
	D+	55-59	1,33
	D	50-54	1,0
Қанағаттанарлықсыз	F	0-49	0

Модульдар мен аралық аттестация бойынша бақылау жүргізуге арналған сұрақтар тізімі.

1 модуль бойынша бақылау жүргізуге арналған сұрақтар:

1. Гидравликалық турбиналар мен насостар қандай экономика салаларында қолданылады?
2. Өзеннің екі кесінді аралығындағы су ағымының меншікті энергиясы қалай есептеледі?
3. Гидравликалық турбиналар мен насостардың негізгі міндеттері қандай?
4. Гидравликалық турбина мен насос қондырғыларының құрылу схемасы және элементтері қандай?
5. Турбина мен насостардың тегеуіріні дегеніміз не және оның қандай түрлері болады?

6. Насостың геометриялық сору биіктігі дегеніміз не?
7. Су пәрменді қондырғылардың жұмыстық доңғалағындағы сұйықтың қозғалыс сипаттамасы қандай? Турбина мен насостың негізгі теңдеулерін түсіндіріңіз.
8. Турбина камераларының қажеттілігі, конструкциясы және жұмыс атқару принципі.
9. Центрден тепкіш насостардың иірімді камераларының қажеттілігі, конструкциясы және жұмыс атқару принципі.
10. Турбина мен насостардың сорғыш құбырларының қажеттілігі, конструкциясы және жұмыс атқару принципі.
11. Су пәрменді қондырғылардың модельдерін зерттеудің негізгі міндеттері және динамикалық ұқсастық формулалары.
12. Турбина мен насостардың универсал сипаттамалары қалай тұрғызылады?
13. Әртүрлі типті турбиналарда иірімді камералардың пайдалану шарттары қандай?
14. Бетон және темір турбина камералары қалай есептеледі?
15. Турбинаның сору биіктігі қалай есептеледі?
16. Насостың геометриялық сору биіктігі қалай есептеледі?
17. Насос қондырғысын сорғыш құбырсыз пайдалануға бола ма?

2 модуль бойынша бақылау жүргізуге арналған сұрақтар:

1. Кавитация дегеніміз не?
2. Су ағымындағы каверналардағы қаныққан бу қысымы дегеніміз не?
3. Жер бетінің биіктік белгісіне байланысты атмосфералық қысым қалай өзгереді?
4. Су пәрменді қондырғылардағы кавитация қандай кесірлі әсер етеді?
5. Гидротурбина қондырғысының әртүрлі схемаларында сору биіктігі қалай белгіленеді?
6. Насос қондырғысының әртүрлі схемаларында геометриялық сору биіктігі қалай белгіленеді?
7. Гидротурбинаның номенклатурасы (турбинаны таңдап алу жинақ графигі) дегеніміз не?
8. Турбинаны таңдап алу жинақ графигі бойынша турбина түрі қалай қабылданады?
9. Турбинаны таңдап алу дұрыстығын қалай анықтайды?
10. Насос номенклатурасы дегеніміз не?
11. Насостың түрін алдын ала таңдап алу қалай жүргізіледі?
12. Насосты таңдап алу дұрыстығын қалай анықтайды?
13. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс атқару тәртібі қандай факторларға байланысты болады?
14. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс атқару тәртібі дегеніміз не?
15. Су пәрменді қондырғылардың жұмысын реттеудің негізгі міндеттері қандай?
16. Су пәрменді қондырғылардың жазықтық жоспарын құрастыру тәртібі қандай?
17. Су пәрменді қондырғылардың биіктік кесіндісін құрастыру тәртібі қандай?

Аралық аттестацияға арналған сұрақтар

1. Статикалық (геометриялық) тегеуірін дегеніміз не?
2. Тегеуірін қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
3. Турбинаның қуаты қандай формуламен есептеледі?
4. Турбинаның жұмыстық доңғалағының негізгі пайдалану мақсаты неде?
5. Гидравликалық турбиналар қайда пайдаланылады?
6. Иірімді турбиналық камераның негізгі пайдалану мақсаты неде?
7. Бағыттаушы аппараттың негізгі пайдалану мақсаты неде?
8. Турбинаның сорғыш құбырларының негізгі пайдалану мақсаты неде?
9. Насостың тегеуіріні деп нені айтамыз?
10. Насостың қуаты қалай есептеледі?
11. Қуат қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
12. Насостың жұмыстық доңғалағының негізгі пайдалану мақсаты неде?
13. Иірімді насос камерасының негізгі пайдалану мақсаты неде?

14. Насостың суды шығару диффузорының негізгі пайдалану мақсаты неде?
15. Ысырмалы жапқыштар мен гидромұфтаның негізгі пайдалану мақсаты неде?
16. Насостың сорғыш құбырларының негізгі пайдалану мақсаты неде?
17. Турбина мен насостың ағынды су шығынын реттеу қандай мақсатпен жүргізіледі?
18. Гидротурбиналарды реттеу автоматикасы қандай принципке негізделген?
19. Насостың жұмысын дроссельдік реттеу деген не?
20. Турбиналарды пайдалану облысының жинақы графигі дегеніміз не?
21. Турбинаны таңдау қандай параметрлер негізінде жүргізіледі?
22. Турбинаның сору биіктігі дегеніміз не?
23. Насостың сипаттамасы нені көрсетеді?
24. Насостың құбыр жүйесінің сипаттамасы нені көрсетеді?
25. Насостардың номенклатурасы дегеніміз не?
26. Насостарды таңдап алу қандай параметрлерімен жүргізіледі?
27. Насостың жұмыс нүктесі дегеніміз не?
28. Насостың шекті сору биіктігі қандай мақсатпен анықталады?
29. Турбина камерасының иірімнің қамту бұрышы дегеніміз не?
30. Кавитация дегеніміз не?

1.9 Курстың саясаты мен процедурасы. Студенттер кезекті, шептік бақылау және курстық жұмыстарын көрсетілген уақытта тапсырулары қажет. Бұл тапсырмаларды уақытында өткізбеген студенттер емтиханға жіберілмейді. Оқу шептік бақылау тақырыптарының мазмұнын игеруін тест өткізуімен, ал курстық жобаның орындалуын тапсырмадағы проценттік деңгейімен тексеріледі. Тест өткен тақырыптарға байланысты студенттерді алдын-ала ескертусіз өткізіледі. Студенттер үшін, сондай-ақ орынды себептермен (ауыру, семья жағдайы т.б.) үлгермеген студенттер үшін де, барлық тапсырмаларды орындау және өткізу шекті мерзімі емтихан сессиясына екі күнге дейін болып тағайындалады. Барлық студенттер сабаққа кешікпей қатысуға міндетті. Сабаққа үш рет кешіккен студент бір сабаққа қатыспаған болып есептеледі. Қатыспаған сабақ тақырыбын студент өз бетімен оқып игеруі қажет. Оқытушы мен студенттер арасындағы қарым-қатынасының бір-біріне құрметтілігімен ерекшеленуі, әрқайсысының өз жұмысын сапалы және жауаптылықпен атқаруы, жұмысқа арналған уақытты бағалауы курстың саясаты мен процедурасының негізін құрады. Тапсырмаларды жоғары сапалы және дер кезінде орындаған, сабаққа үнемі қатысып белсенділік көрсеткен студенттер қосымша рейтинг балымен немесе емтихан бағасын (10%) жоғарлатумен мадақталады. Сонымен қатар ұқыпты жүргізілген дәріс конспектсі, графиктердің сапалы және дұрыс сызылуы, есептердің сапасы да ескеріледі.

2 НЕГІЗГІ ТАРАТЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР МАЗМҰНЫ

2.1 Курстың тақырыптық жоспары әрбір тақырып үшін қарастырылған тақырыптардың атауы және академиялық сағат саны көрсетілген кесте түрінде құрастырылады.

Курстың тақырыптық жоспары

Тақырып атауы	Академиялық сағат саны				
	Дәріс	Тәжірибелік/семинар	Лабораториялық	СОӨЖ	СӨЖ
1. «Су пәрменді қондырғылар» пәнінің мақсаттары және міндеттері. Су пәрменді қондырғыларды пайдаланудың негізгі схемалары	2		1	3	3
2. Су пәрменді қондырғылардың тегеуіріні және қуаты.	2		1	3	3

3. Гидравликалық турбиналардың классификациясы және конструкциялық схемасы. Гидротурбина қондырғыларының схемасы.	2		1	3	3
4. Насостар классификациясы және конструкциялық схемасы. Насос қондырғыларының схемасы.	2		1	3	3
5. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс органдарындағы энергия алмасу процесі. Су пәрменді қондырғылар энергиясының негізгі теңдеуі.	2		1	3	3
6. Гидротурбина және насос қондырғыларының негізгі схемалары.	2		1	3	3
7. Су пәрменді қондырғыларды модельдеу негіздері. Екі геометриялық өзара ұқсас турбиналар немесе насостардың айналым саны, ағынды су шығыны және қуаттары арасындағы байланыс.	2		1	3	3
8. Гидротурбиналар мен насостардың энергетикалық сынау принциптері.	2		1	3	3
9. Су пәрменді қондырғылардың су жеткізетін(турбина) және су шығаратын(насос) камералары.	2		1	3	3
10. Су пәрменді қондырғылардың сорғыш құбырлары.	2		1	3	3
11. Турбиналар мен насостардағы кавитация құбылысы. Сору биіктігін анықтау.	2		1	3	3
12. Гидравликалық турбинаның негізгі параметрлерін және жұмыстық доңғалақтың түрін таңдау.	2		1	3	3
13. Насос қондырғысының негізгі параметрлерін және жұмыстық доңғалақтың түрін таңдау.	2		1	3	3
14. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс тәртібін реттеу.	2		1	3	3
15. Су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігін(табанын) орналастыру.	2		1		3
Барлығы (сағат)	30		15	45	45

2.2. Дәрістік сабақтардың конспектісі.

1 дәріс тақырыбы.. «Су пәрменді қондырғылар» пәнінің мақсаттары және міндеттері. Су пәрменді қондырғыларды пайдаланудың негізгі схемалары.

Дәріс конспектісі.

1. Су пәрменді қондырғыларды пайдаланудағы негізгі міндеттер.
2. Су энергиясын пайдаланудың схемалары.
3. Сұйықтарды қотару үшін насос қондырғысын пайдалану схемалары.

Су пәрменді қондырғыларына электр энергетика саласындағы су электр және су жинақтау электр стансаларында пайдаланатын гидравликалық турбиналар, насостар, айналмалы гидромашиналар, сонымен қатар, өндірістік процесстерде, құрылыс, тасымал жүйесінде, коммуналдық-тұрмыстық және ауыл шаруашылығы салаларында кеңінен пайдаланатын гидравликалық машиналар жатады.

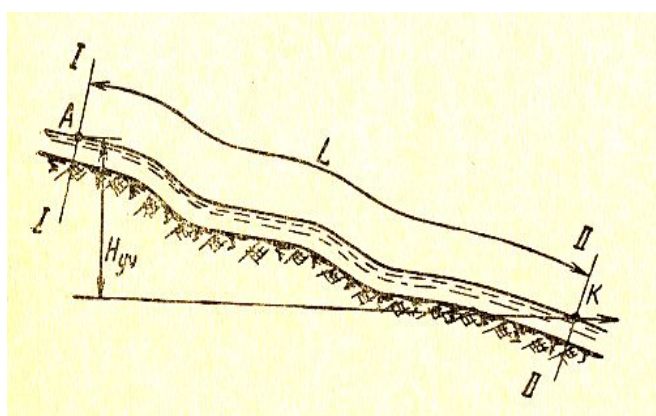
050805 «Су ресурстары және суды пайдалану» мамандығы бойынша «Су пәрменді қондырғылар» пәнінен бакалавр мамандарын дайындау барысында пәннің тақырыптары су электр стансаларының және суармалы жерлер мен сумен қамтамасыздандыру үшін қолданылатын насос қондырғыларының құрылғылары мен конструкцияларын оқып зерттеуге бағытталған. Суды пайдалану саласының келешек бакалавр гидравликалық турбиналардың, насостардың, олардың жұмысын реттеу жабдықтарының қазіргі кездегі конструкцияларын, жұмыс атқару процесстерін, техникалық мінездемелерін үйрету және келесі тақырыптардың орындалуын қамтамасыз ететін мәліметтер беру «Су пәрменді қондырғылар» пәнінің міндеттері болып табылады:

- судың қуаты мен тегеуірініне байланысты есептерді орындап, есептік жағдайларға сәйкес су турбинасы жабдықтарының негізгі параметрлерін таңдап алу;
- таңдап алынған жабдықтарды орналастыру шарттарына сәйкес су электр стансасының негізгі бөлімінің пішінін және мөлшерлерін анықтау;
- гидравликалық турбинаның таңдауының дұрыстығын бағалап, оның универсалдық сипаттамасында атқаратын жұмыс зонасын анықтау;
- алдын-ала берілген жұмыс атқару шарттарына байланысты насос таңдап алу және оның пайдалану сипаттамасын бағалау;
- су турбиналары мен насостардың жұмысын реттеу шарттарын таңдап алу;
- кавитацияны болдырмау шартына сәйкес су турбинасының және насостың орналастыру биіктік белгісін анықтау;
- су пәрменді қондырғыларды құрастыру.

Қандай-да болмасын ағынды өзен суы қозғалыс кезінде нақтылы жұмыс атқарады. Ағынды өзен суының (1.1 сурет) I – I және II – II көлденең кесінді аралығындағы ұзынды L-ге тең учаскесіндегі жұмыс мөлшерін табамыз. Д. Бернулли теңдеуіне сәйкес I – I және II – II кесінділеріндегі меншікті энергиялар келесі теңдеулердегідей болады:

$$E_a = \frac{P_a}{\gamma} + Z_a + \alpha_a \frac{v_a^2}{2g};$$

$$E_k = \frac{P_k}{\gamma} + Z_k + \alpha_k \frac{v_k^2}{2g}.$$



1.1. Сурет. Өзен су ағынының атқаратын жұмысын анықтау схемасы

мұнда, γ - меншікті салмақ күші,
 $\gamma = \rho g$ (ρ - тығыздық)

$\frac{P}{\gamma}$, z , α , v - жазылу ретімен

меншікті қысым энергиясы,
 орналасу биіктік энергиясы,
 кинетикалық энергия
 коэффициенті, орташа жылдамдық.

Бұл энергиялардың айырмасы $1H$ сұйықтың I – I кесіндісінен II – II кесіндісіне ағып ауысқан кездегі жұмысқа тең болады. Егер екі көлденең кесінділер бірдей болса, $\alpha_a = \alpha_k$ және $v_a = v_k$ деп қабылдауға болады. Сонда аталған $1H$ сұйықтың атқарған жұмысы:

$$E_a - E_k = \left(\frac{P_a}{\gamma} + Z_a \right) - \left(\frac{P_k}{\gamma} + Z_k \right) = H_{yc}$$

мұнда H_{yc} - I – I және II – II аралық учаскінің су деңгейлерінің биіктігінің айырмасы

(тегеуірін), м.

Егер I – I көлденең кесіндіден 1с өтетін ағынды су шығыны Q_p м³/с, ал салмақты су шығыны γQ_p Н/с болса, онда осыған сәйкес 1 с атқарылатын жұмыс, яғни Вт - пен өлшенетін су ағынының қуаты келесідей болады:

$$N_{уч} = \gamma Q_p H_{уч}, \text{ Вт.}$$

$\gamma = 9,81 \cdot 1000 \text{ Н/м}^3$ теңдеуін пайдалансақ, жоғарыдағы формуланы КВт өлшемімен келесі түрде анықтаймыз:

$$N_{уч} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot Q_p H_{уч}}{1000} = 9,81 \cdot Q_p H_{уч}, \text{ КВт}$$

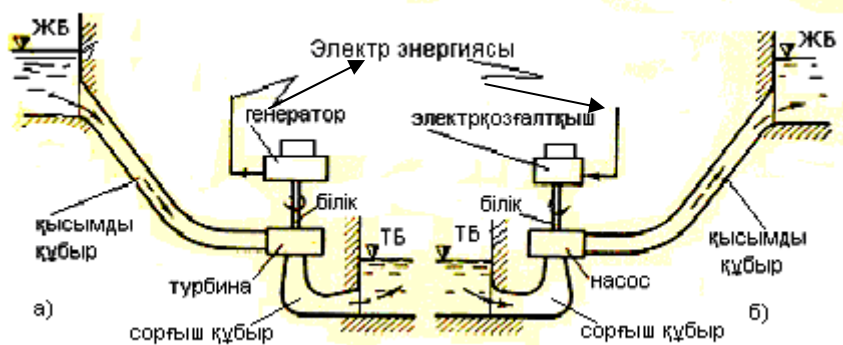
Берілген учаскедегі Т мерзіміндегі ағынды су энергиясы:

$$\mathcal{E}_{уч} = N_{уч} \cdot T \text{ КВт} \cdot \text{сағ. формуласына сәйкес анықталады.}$$

Өзеннің осы учаскідегі ағынды су энергиясын пайдалану үшін осы учаскінің өне бойының құламасын жасанды түрде учаскенің нақты бір жеріне жинақтау, демек статикалық тегеуірін деп аталатын су деңгейінің айырмасын жасау қажет.

Көлемі γQ -ға тең сұйық белгілі биіктік Н –тан құлағандағы су ағынының механикалық энергиясын турбинаның айналу механикалық энергиясына, ал турбина білік айналымы арқылы генераторларда механикалық энергияны электр энергиясына айналдыру гидравликалық турбинаның негізгі міндеті болып табылады (1.2 а сурет).

Су пәрменді қондырғыларды тәжірибелік түрде пайдалануда көлемі γQ –ға тең сұйықты насос қондырғыларының көмегімен керісінше Н биіктігіне көтеру қажеттілігі(қотару) туады. Насос және су турбинасы өзара біріне-бірі айналмалы су машиналары болып есептеледі. Электр жүйесінен пайдаланған электр энергиясын электрқозғалтқыш (двигатель) білігінің механикалық энергиясына айналдырып көлемі γQ –ға тең сұйықты Н биіктігіне қотару насостың негізгі міндеті болып табылады (1.2. б Сурет)



1.2. Сурет. Турбина (а) және насос (б) қондырғыларының негізгі схемалары.

[1негіз. 3 - 10]; [1қосым. 16]; [2қосым. 10 - 12].

Бақылау сұрақтары

1. Су пәрменді қондырғыларға нелер жатады?
2. Гидравликалық турбиналар қайда пайдаланылады?
3. Насостар қайда пайдаланылады?
4. Өзен суының 1 секундтағы жұмысы қалай деп аталады?
5. Сұйық ағынының меншікті (сұйықтың салмақ бірлігіне шаққанда) энергиясының теңдеуі қандай болады?
6. Сұйық ағынының меншікті энергиясының құрамын көрсетіп анықтама беріңіз.
7. Сұйық ағынының бағытындағы екі көлденең кесіндідегі меншікті энергияның айырмасы нені көрсетеді?
8. Берілген учаскедегі өзен суының қуатының формуласы қандай болады?
9. Берілген учаскедегі өзен суының энергиясының формуласы қандай болады.?
10. Гидравликалық турбинаның негізгі міндетіне не жатады?
11. Насостың негізгі міндетіне не жатады?
12. Гидравликалық турбина қондырғысының негізгі схемасы қандай?
13. Насос қондырғысының негізгі схемасы қандай?

2 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғылардың тегеуіріні және қуаты.

Дәріс конспектісі.

1. Су электр стансаларында гидравликалық турбинаны пайдалану схемасы.
2. Турбинаның тегеуіріні.
3. Насос қондырғысының пайдалану схемасы.
4. Насостың тегеуіріні.
5. Су пәрменді қондырғылардың (турбина және насос) қуаты.

Гидравликалық турбиналар су электр стансаларында 2.1 суретте көрсетілген негізгі орнықтыру схемасына сәйкес қолданылады.

Белгілі бір су көлемі жоғарғы бьефтен (ЖБ) су қабылдағыш және турбиналық қысымды құбыр арқылы турбинаға (I-I кесінді) жеткізіледі де сол турбинадан ағып өтіп сорғыш құбырдан (В-В кесінді) төменгі бьефке (ТБ) немесе су шығару жүйесіне ағызылады. Бьефтердің су деңгейі белгілерінің айырмасы су электр стансасының (СЭС) статикалық тегеуіріні $H_{ст}$, м деп аталады.

$$H_{ст} = Z_{жб} - Z_{тб} \quad (2.1)$$

Турбинаның тегеуіріні H (м) оған кіре берістегі судың меншікті энергиясы e_1 мен турбинадан шыға берістегі меншікті энергияның $e_{шығ}$ айырмасына тең болады:

$$H = e_1 - e_{шығ} \quad (2.2)$$

мұнда

$$e_1 = \frac{p_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$$

мұнда v_1 – (I–I) кесіндідегі орташа жылдамдық;

$p_1/\rho g$ анықтау үшін жоғарғы бьефтің 0-0 және турбинаға кіре берістің I-I кесінділерінің төменгі бьефпен салыстырмалы Д.Бернулли теңдеуін құруымыз қажет:

$$\frac{p_0}{\rho \cdot g} + z_0 + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = \frac{p_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_{кем},$$

мұнда $p_0/\rho g = h_0$;

$h_{кем}$ - су жеткізу жүйесіндегі ұзын бойында және жергілікті (су қабылдағыштың кіре берісінде, турбиналық құбырдың ұзын бойында, бұрылымдарда ж.т.б.) кедергілердегі тегеуірін кему мөлшері, м.

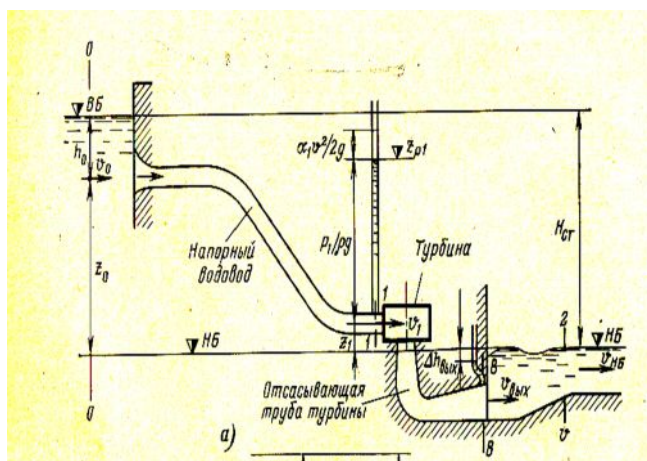
$h_0 + z_0 = H_{ст}$ екендігін ескере отырып, келесі теңдеуді құра аламыз:

$$\frac{p_1}{\rho \cdot g} = H_{ст} - z_1 + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - h_{кем}$$

Егер турбинадан шыға берістегі кесіндіні төменгі бьефке (2-2 кесінді) жатқызатын болсақ, онда төменгі бьефке салыстырмалы меншікті энергия $e_{шығ}$ келесідей болады:

$$e_{шығ} = e_2 = \frac{\alpha_{нб} v_{нб}^2}{2g}$$

Қортындылай келгенде турбинаның тегеуіріні H келесі түрде анықталады:



2.1 Сурет. СЭС турбина қондырғысының схемасы.

$$H = H_{CT} - h_{кем} + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} - \frac{\alpha_{нб} v_{нб}^2}{2g}.$$

Бұл тегеуірін турбина қондырғысының таза (нетто) тегеуіріні деп аталады. Статикалық тегеуірінмен H_{CT} салыстырғанда жоғарыдағы теңдеудегі жылдамдық тегеуірінің айырмасы болымсыз (өте аз) мөлшерде болғандықтан бұл теңдеу мүшелерін есепке алмауға да болады. Сонда:

$$H = H_{CT} - h_{кем} \quad (2.3)$$

Тегеуірін кему мөлшері $h_{кем}$ жоғарғы бьефтен турбинаға дейін су жеткізу және турбинадан кейін төменгі бьефке су шығару жүйесіндегі гидравликалық кему мөлшерлерінің қосындысы болатынын ескеру қажет.

Насос қондырғысының негізгі схемасын (2.2 сурет) талдау насостың міндеті электр жүйесінен қабылданған электр энергиясын сұйықтың гидравликалық тегеуірін энергиясына айналдыру екендігін көрсетеді. Насос қондырғысы кіре берісінде сорғыш (1-1 кесінді) және шыға берісінде қысымды (2-2 кесінді) жүйелерге қосатын келте құбырлы насостың өзінен, жеткізу құбырлы жүйе В және қысымды құбырлы жүйе Н құрамынан тұрады.

Насос қондырғысының статикалық немесе геометриялық тегеуіріні H_{CT} деп жоғарғы бьефтің биіктік белгісі мен $Z_{жб}$ төменгі бьефтегі су қоймасының биіктік белгісі $Z_{тб}$ айырмасын, демек сұйықты көтеруге қажет биіктікті айтады.

$$H_{CT} = Z_{жб} - Z_{тб} \quad (2.4.)$$

Егер сұйықтар ішінің қысымы атмосфералық қысымнан артық (бұдан былай артықша қысым)

қысымы p Па бар резервуарға қотарылатын болса, онда статикалық қысым келесі түрде анықталады:

$$H_{CT} = Z_{жб} - Z_{тб} + p/\rho g,$$

мұнда ρ - қотарылатын сұйықтың тығыздығы, кг/м³;
 g – еркін құлау үдеуі, м/с².

Статикалық немесе геометриялық сорғыш биіктік, қысқаша сорғыш биіктік - H_S дегеніміз насостың төменгі су қоймадағы биіктік белгісінен жоғары орналасу биіктігі болады (2.2 сурет)

Насостың тегеуіріні $H(m)$ оған кіре берістегі сорғыш келтедегі e_1 мен шыға берістегі қысымды келтедегі e_2 меншікті энергиялардың айырмасына тең болады:

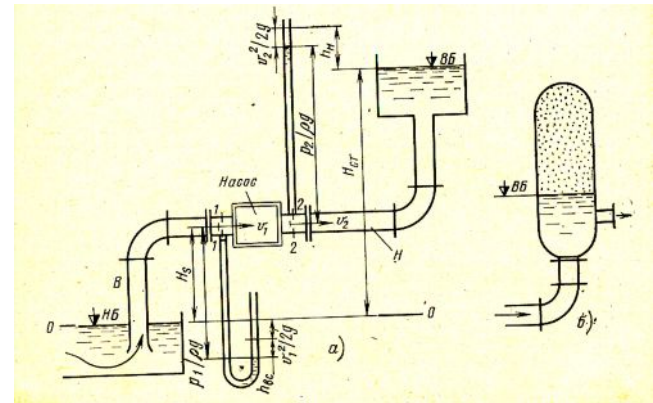
$$H = e_2 - e_1, \quad (2.5.)$$

мұнда

$$e_1 = \frac{p_1}{\rho \cdot g} + H_S + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}; \quad e_2 = \frac{p_2}{\rho \cdot g} + H_S + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}.$$

Егер H_S – төменгі бьефтегі су деңгейі мен насостың білігіне дейінгі ара қашықтық, геометриялық сорғыш биіктік; $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$; салыстырмалы жазықтық 0-0 төменгі бьефтегі сұйық деңгейінде болған жағдайда $p_{тб}/\rho g = 0$, $Z_{тб} = 0$, $v_{тб} = 0$; сорғыш құбырдағы гидравликалық кему $h_{ск}$ ескеріп, 0-0 және 1-1 кесінділерге Д.Бернулли теңдеуін құрып, насосқа кіре берістегі қысым мөлшерін келесі формуламен анықтай аламыз:

$$\frac{p_1}{\rho g} = -(H_S + \frac{v_1^2}{2g} + h_{ск}) \leq 0,$$



2.2.Сурет Насос қондырғысының схемасы

демек насосқа кіре беріс 1-1 кесіндіде мөлшері келесі формуламен есептелетін вакуум пайда болады:

$$H_B = H_S + \frac{v_1^2}{2g} + h_{ck} < \frac{P_{am}}{\rho g} \quad (2.6)$$

мұнда H_B – насостың вакуумметрлік сорғыш биіктігі, м..

Мұхит деңгейінде атмосфералық қысым $P_{атм} = 0,1 \text{ МПа} = 10,3 \text{ м су бағанасы} = 760 \text{ мм сынап бағанасына тең}$ болады.. Осы деректерді 2.6. теңдеуіне пайдаланғанда, тәжірибе жүзінде насостың геометриялық сорғыш биіктігі $H_S < 10 \text{ м}$ мөлшерімен шектелуі қажет деп қорытындылауға болады.

Сонымен H_S (2.2 сурет) 10 метрден аз болуы шартты, бұл насос қондырғысы үшін өте маңызды қортынды. Салыстырмалы жазықтық (0-0) өзгермеген жағдайда $p_{жб}/\rho g, = 0, v_{жб} = 0$ тең болады, ал қысымды құбырдағы гидравликалық тегеуірін кемуі $h_{кк}$ деп қабылдап, 0-0 және 2-2 кесінділеріне Д.Бернулли теңдеуін құру нәтижесінде настан шыға беріс кесіндідегі қысым мөлшерін келесідей анықтаймыз:

$$\frac{p_2}{\rho g} = H_{CT} - H_S - \frac{v_2^2}{2g} + h_{кк}.$$

Насосқа кіре беріс кесіндідегі (1-1) $p_1/\rho g$ және шыға беріс кесіндідегі $p_2/\rho g$ мағыналарын e_1 және e_2 теңдеулеріне қойып 2.5 теңдеуін шешкен жағдайда насостың тегеуіріні келесі формуламен анықталады:

$$H = H_{CT} + h_{кем}, \quad (2.7)$$

мұнда $h_{кем} = h_{ck} + h_{кк}$ – сорғыш және қысымды құбырлардағы ұзын бойындағы және жергілікті гидравликалық тегеуірін кему қосындысы.

Насостың тегеуіріні құбыр жүйесіндегі гидравликалық кему мен статикалық тегеуірін қосындысына тең болады.

Статикалық тегеуірін H_{CT} жобалау бойынша әрқашан белгілі болады, ал $h_{кем}$ келесі формуламен есептелінеді:

$$h_{кем} = K_C Q^2,$$

мұнда K_C = құбыр жүйесінің геометриялық өлшемдеріне (ұзындығы, диаметрі) және осы жүйеде орнатылған қосымша кедергілерге (бұранда жапқыштар, вентилдер ж.т.б.) байланысты құбырлы жүйенің кедергі коэффициенті;

Q = осы құбырлы жүйеге қотарылатын насостың су шығыны, м³/с.

$$H_{ж} = H_{CT} + K_C Q^2, \quad (2.8)$$

мұнда $H_{ж}$ – су жүйесіндегі тегеуірін, (м).

2.7 және 2.8 теңдеулері құбырлы су жүйесінің сипаттамасы деп аталады.

Гидравликалық турбинаның қуаты.

Турбина арқылы өтетін ағынды су шығыны $Q \text{ м}^3/\text{с}$ болса, ал салмақты су шығыны $\rho g Q \text{ Н/с}$ болғандықтан турбина арқылы өтетін сұйықтан 1 с уақытта турбина қабылдайтын қуат келесіге тең болады: $N_{сұй} = \rho g Q H \text{ Вт}$.

Бұл қуат бүтіндей турбинаның білігіне берілмейді, өйткені гидравликалық турбинаның өзінде энергияның кемуі орын алады да, ол турбинаның пайдалы әсер коэффициентімен η_T (ПӘК) сипатталады:

$$\eta_T = N_T/N_{ж},$$

мұнда N_T – турбина білігіндегі пайдалы қуат. Сонымен, турбинаның қуаты:

$$N_T = \rho g Q H \eta_T, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

Көпшілік жағдайда турбина тығыздығы $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ тең таза тұщы сумен жұмыс істейтіндіктен және $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, ал $1000 \text{ Вт} = 1 \text{ кВт}$ теңдіктерін ескеріп, келесі турбинаның қуат формуласын табамыз:

$$N_T = 9,81 Q H \eta_T, \text{ кВт} \quad (2.10)$$

Бұл формулада Q - м³/с, H – м бірлік өлшемдерімен қабылданады, сонда N_T кВт бірлік өлшемімен есептелінеді. Бұл формула су электр стансаларын (СЭС) жобалауда және турбиналарды есептеуде өте жиі қолданылады.

Насостың қуаты.

Насос арқылы өтіп қысымды келте құбырға бағытталған ағынды су шығыны Q м³/с, ал салмақты су шығыны $\rho g Q H$ /с болғандықтан насостан қотарылатын сұйыққа 1 с уақытта жүктеме берілетін пайдалы қуат келесіге тең болады: $N_{сұй} = \rho g QH$ Вт.,

Электр жүйесінен насос тұтынатын қуат бүтіндей жүктелі су қуатына айналмайды, өйткені насостың өзінде энергияның кемуі орын алады да, ол насостың пайдалы әсер коэффициентімен η_n (ПӘК) сипатталады:

$$\eta_n = N_n / N_{ж},$$

мұнда N_n = насос білігіндегі тұтыну қуаты.

Сонымен, насостың қуаты:

$$N_n = \frac{\rho g QH}{1000 \eta_n} \text{ Вт.} \quad (2.11)$$

Таза тұщы су үшін $\rho = 1000$ кг/м³, $g = 9,81$ м/с² болғандықтан насос қуатының формуласы келесі түрде болады:

$$N_n = \frac{9,81 QH}{\eta_n}, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

[1негіз. 15 – 18, 177 – 182.]; [1қосым. 15 – 18, 177 – 182.]; [2қосым. 10 – 12, 98 – 101.]

Бақылау сұрақтары.

1. Қандай гидротехникалық имараттармен турбина мен насосқа су жеткізіледі?
2. Қандай гидротехникалық имараттармен турбина мен насосан су ағып шығарылады?
3. Жоғарғы және төменгі бьефтердің биіктік белгісінің айырмасы қалай аталады?
4. Турбина мен насостың тегеуіріні дегеніміз не?
5. Турбинаға кіре беріс кесіндідегі қысым мөлшері қалай анықталады?
6. Турбинадан төменгі бьефке шыға берістегі меншікті энергия мөлшері қалай есептеледі?
7. Турбинаның тегеуіріні қандай формуламен есептеледі?
8. Турбина мен насостың су өткізуші имараттарындағы тегеуірін кемуі қандай құрамнан тұрады?
9. Насостың геометриялық сорғыш биіктігі дегеніміз не?
10. Насостың кіре беріс кесіндісіндегі қысым мөлшері қалай анықталады?
11. Насостың вакуумметрлік сорғыш биіктігі дегеніміз не?
12. Насостың шыға беріс кесіндісіндегі қысым мөлшері қалай анықталады?
13. Насостың тегеуіріні қандай формуламен есептеледі?
14. Құбырлы су жүйесінің сипаттамасы деп қандай формуланы атайды?

3 дәріс тақырыбы. Гидравликалық турбиналардың классификациясы және конструкциялық схемасы. Гидротурбина қондырғыларының схемасы.

Дәріс конспектісі.

1. Турбиналардың негізгі түрлері және қолдану салалары.
2. Реактивті гидротурбиналардың конструкциясы.
3. Активті әсерлі гидротурбиналардың конструкциясы.
4. Реактивті әсерлі гидротурбиналар қондырғыларының схемасы. Реактивті әсерлі турбиналардың жұмысын реттеу.
5. Активті әсерлі гидротурбиналар қондырғыларының схемасы. Активті әсерлі турбиналардың жұмысын реттеу.

Гидравликалық турбиналар бір жерге жинақталған су қорының энергиясын жасалған тегеуірінді шектемей жоғары дәрежелі пайдалы әсерлі коэффициентпен (ПӘК) пайдалануға қабілетті болуы шарт. Бұл шарттың орындалуы әртүрлі типтік өлшемді гидротурбиналармен қамтамасыз етіледі. Гидротурбиналар жұмыстық доңғалақтың қолдану тегеуіріне байланысты кластарға бөлінеді. Турбиналар нақты екі класқа бөлінеді: реактивті әсерлі және

активті әсерлі турбиналар. Реактивті әсерлі турбиналарда негізінен су қорының потенциалдық энергиясы, ал активтік әсерлі турбиналарда – су қорының кинетикалық энергиясы пайдаланылады.

Гидротурбиналар жұмыстық доңғалақтағы су ағынының түріне және ағынды су шығынын реттеу әдісіне байланысты әртүрлі жүйелерге бөлінеді. Олар осьтік, радиалды-осьтік, диагоналды, бақырлы (ожаулы) көлбеу-ағынды ж.т.б. болады (3.1)

3.1. Кесте

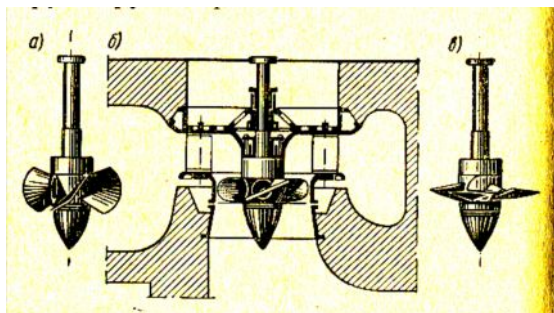
Кластар	Реактивті әсерлі			Активті әсерлі		Мин и
	Осьтік	Радиалды -осьтік	Диагоналды	Бақырлы	Көлбеу-ағынды	
Жұмыс тегеуіріні, Н, м	1,0 – 80,0	40,0– 700,0	40,0– 200,0	400,0– 1700,0	30,0 – 400,0	
Жұмыстық доңғалақ диаметры D_1 , м	1,0 - 10	0,35 – 7,5	1,0 – 7,5	0,36 – 6,0		
Қуаты N, Мвт	до 250,0	до 700,0	до 700,0	до 110,0	до 4,0	

Сондай-ақ гидравликалық турбиналар мөлшері және қуаты бойынша ірі, орташа және кіші турбиналар болып бөлінеді. Ірі турбиналарға жұмыстық доңғалақ диаметрі $D_1 \geq 1,8$ м ал қуаты $N =$ до 700,0 МВт дейін, орташа турбиналарға - $D_1 \leq 1,6 - 2,75$ м, ал қуаты $N = 1,0$ до 20,0 МВт, кіші турбиналарға – с $D_1 \leq 0,5 - 1,2$ м, ал қуаты $N < 1,0$ МВт болатын турбиналар жатады.

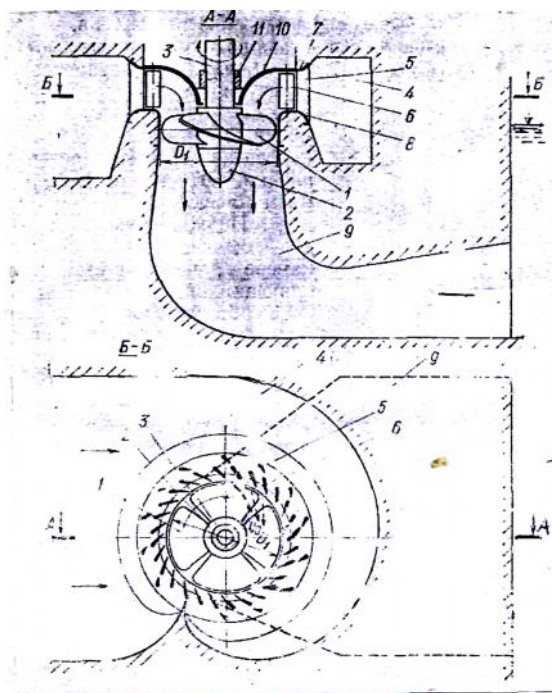
Осьтік турбиналарға тегеуіріні $H=1,0\div 80,0$ м дейінгі аралықта болатын төмен тегеуірінді турбиналар жатады (3.1 Сурет).

Осьтік турбинаның жұмыстық доңғалағы 3 білікке қосылған 2 сүйіргішті корпусқа бекітілген 1 қалақшалардан тұрады.

Қалақшалар саны – 4 ден 8 дейін. Олар пропеллерлі турбиналарда (ПР) қатты бекітілген, ал айналмалы қалақшалы турбиналарда (ПЛ) өз өсімен айналатындай болып бекітіледі.



3.3.Сурет. Осьтік турбинаның жұмыстық доңғалағы

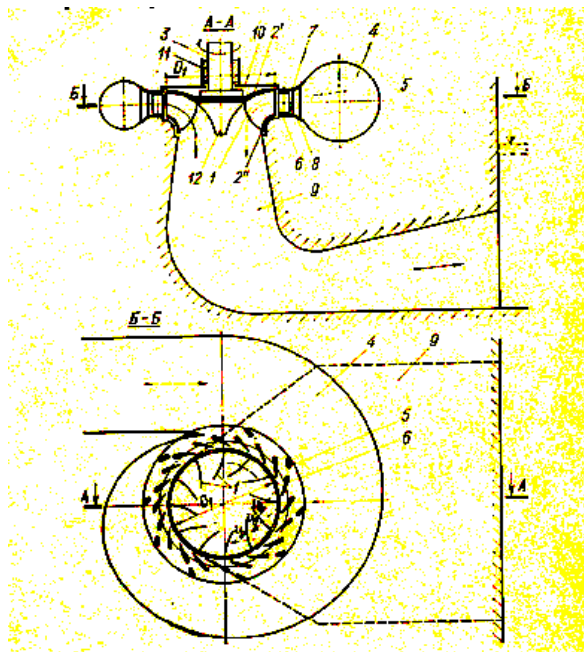


3.2. Сурет. Осьтік турбинаның схемасы

Турбина мөлшерін жұмыстық доңғалақтың диаметрі D_1 бейнелейді. Жұмыстық доңғалаққа су турбиналық камера 4 арқылы, статордан 5 және бағыттаушы аппараттан 6 өтіп жеткізіледі. Статор 5 вертикалды салмақ жүктемесін фундамент табанына өткізу үшін, ал бағыттаушы аппарат (БА) –турбинаның ағынды су шығынын реттеу үшін пайдаланылады. Бағыттаушы аппарат (БА) вертикаль өсімен айналатын 24-32

санды бағыттаушы қалақшалардан тұрады. Жұмыстық доңғалақтан суды шығару сорғыш құбыр 9 көмегімен атқарылады.

Радиалды-осьтік турбиналарға тегеуіріні 40,0÷60,0м ден 500,0÷700,0 м дейінгі аралықта болатын орташа тегеуірінді турбиналар жатады (3.3 сурет). Радиалды-осьтік (РО) турбинаның жұмыстық доңғалағы (3.4. сурет) 12-17 санды шеңберлі темір шілтер құратын қалақшалардан 1 тұрады.

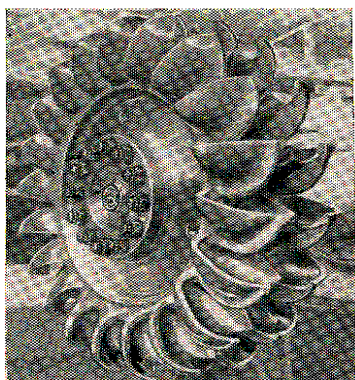


3.4. Сурет. Радиалды - осьтік турбинаның схемасы

Турбиналық камера судың ішкі қысымына төтеп беру үшін, әдетте, болат темірден орындалады.

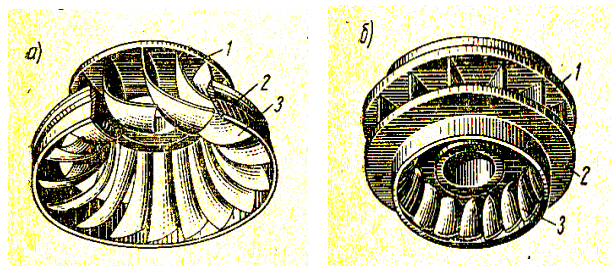
Статор калонналары 5 вертикалды салмақ жүктемесін статордың жоғарғы сақиналы тірегінен 7 төменгі сақиналы тірекке 8 өткізеді. Статордың негізгі атқаратын функциясы – конструкциялық беріктігін қамтамасыз ету болып табылады.

Бағыттаушы аппарат (БА) 20÷24 санды бағыттаушы қалақшалардан 6 тұрады. Бұл қалақшалар өз өсімен айналу және ашылу мөлшерін өзгерту арқылы жұмыстық доңғалаққа кіре берістегі су жылдамдығының қажетті бағытын сақтауға және турбинаның су шығыны мен қуатын реттеуге арналған.

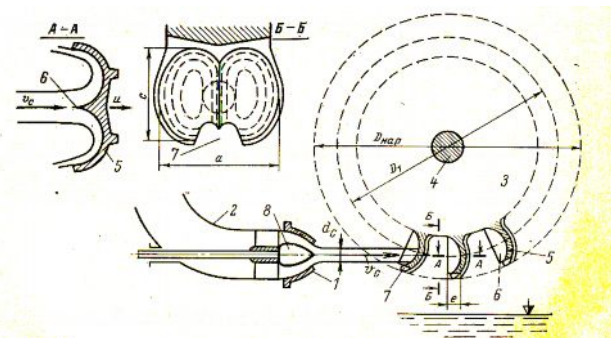


3.7. Сурет. Бақырлы турбинаның жұмыстық доңғалағы

Бұл қалақшалар 1 купшек 2' және тоғын 2'' арқылы қатты бекітілгендігінен берік және төзімділік қасиетімен ерекшеленеді. Жұмыстық доңғалақ білікке 3 қосылған сүйіргішті 12 корpusқа бекітілген. Жұмыстық доңғалақ білігімен қоса турбинаның су ағыны әсерінен айналатын бөлігіне жатады. Турбина мөлшерін жұмыстық доңғалақтың қалақшаларының кіре беріс шегінен есептелетін диаметр D_1 параметрі бейнелейді. Жұмыстық доңғалаққа су иірімді турбиналық камера 4 арқылы, статордан 5 және бағыттаушы аппараттан (БА) 6 өтіп жеткізіледі.



3.5. Сурет. Радиалды – осьтік турбинаның жұмыстық доңғалақтары



3.6. Сурет. Бақырлы турбинаның схемасы

Диагоналды турбиналар осьтік турбиналардың бір түрі болады да, тек жұмыстық доңғалақтың қалақшалары турбинаның вертикал осіне көлбеу орнатылуымен ерекшеленеді.

Бақырлы турбиналар тегеуіріні $H > 400,0 \div 600,0$ м аралықта болатын жоғары тегеуірінді турбиналарға жатады (3.5 сурет). Су ағынының құбырлы қуысы 1 және жұмыстық доңғалақ 3 бақырлы турбинаның негізгі элементтері болып табылады. Жұмыстық доңғалақ формасы ожауға ұқсас жұмыстық қалақшалары 5 бекітілген дөңгелек дискіден тұрады. Жұмыстық қалақшалардың жалпы саны $12 \div 40$. Бақырлы турбина құбырлы қуыстан шығатын және жұмыстық қалақшаларға (бақырларға) бағытталған судың шапшып ағу кинетикалық энергиясын пайдаланады және активті турбиналар қатарына жатады. Әр бақырлы жұмыс қалақшалары өткір жүзді жотамен (пышақ тәрізді) қақ бөлінген қисық беттерден тұрады. Жұмыстық доңғалақ қалақшалардың өткір жүзді жотасы судың құбырлы қуыстан шапшу өзегінің ортасына дәлме-дәл келуін қамтамасыз етіп орналастырылады. Бақырлы турбинаның қуаты арнайы ине 8 арқылы судың ағынды шығынын өзгерту нәтижесінде реттеледі.

Көлбеу-ағынды турбиналар бақырлы турбинаның бір түрі болып есептеледі.

[Негіз. 19 – 24, 26 – 61.]; [1қосым. 31 – 56.]; [2қосым. 12 – 30.].

Бакылау сұрақтары.

1. Гидравликалық турбиналардың негізгі мақсаттары
2. Гидравликалық турбина қандай негізгі элементтерден тұрады?
3. Тегеуірін тұрғысынан турбиналар қандай кластарға бөлінеді?
4. Реактивті турбиналарда энергияның қандай түрі пайдаланылады?
5. Активті турбиналарда энергияның қандай түрі пайдаланылады?
6. Гидравликалық турбиналар қандай белгілерге байланысты жүйелерге бөлінеді?
7. Осьтік турбинаның конструкциялық ерекшеліктері қандай?
8. Радиалды-осьтік турбинаның конструкциялық ерекшеліктері қандай?
9. Реактивті турбинаның ағынды су шығыны мен қуатын реттеу принципі неде?
10. Бақырлы турбинаның конструкциялық ерекшеліктері қандай?
11. Активті турбинаның ағынды су шығыны мен қуатын реттеу принципі неде?

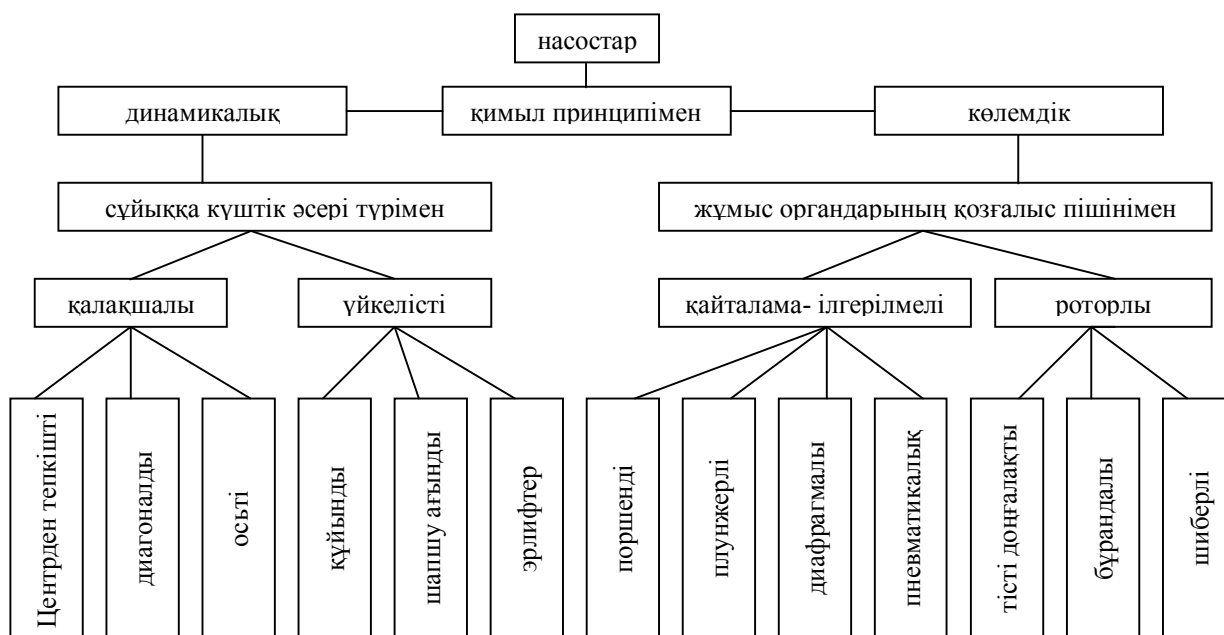
4 дәріс тақырыбы. Насостар классификациясы және конструкциялық схемасы.

Насос қондырғыларының схемасы.

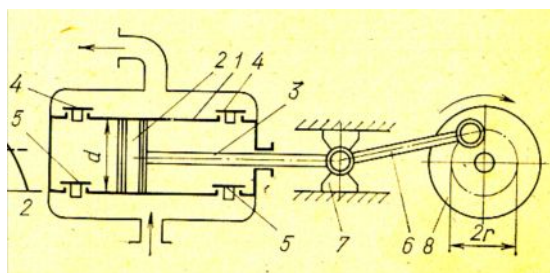
Дәріс конспектiсi

1. Насостардың негізгі түрлері және қолдану салалары.
2. Көлемді насостардың конструкциясы.
3. Динамикалық насостардың конструкциясы.

Құрамының орындалу тұрғысынан насостар көп түрлілігімен ерекшеленеді де әртүрлі сұйықтарды (су, мұнай, ж.т.б.) қотару үшін арналады. Қимыл принципіне байланысты насостар екі негізгі топтарға: көлемді және динамикалық насостар болып бөлінеді. Көлемді насостар кезекпе-кезек кіре берістегі және шыға берістегі келте құбырлармен қатынасатын камерадағы сұйықтар көлемін оқтын-оқтын өзгерту жолымен сұйықтарды қотарады. Көлемді насостарға поршеньді, плунжерлі, тісті доңғалақты, бұрандалы ж.б. насостар жатады (4.1. сурет). Екі жақты қимылды поршеньді насос ішінде кезекпе - кезек алға-артқа қозғалатын арнайы тетікті 3 поршені 2 бар диаметрі d -ға тең цилиндрден 1 тұрады (4.2 сурет). Цилиндрде 1 екі топ: бірі-қотарғыш тобы 4, екіншісі – сорғыш тобы 5 қақпақшалары бар. Поршень (2) қозғалысы шатун 6, сырғыма тиек 7 және жетекті білігі радиусы r аралықта орналасқан маховик 8 құрамынан тұратын кривошип-шатун механизмімен атқарылады. Маховиктің 8 әр айналымында поршень 2 $2r$ ұзындықтағы қозғалысқа ие болады. Поршеньді насос келесі тәртіпте жұмыс істейді:



4.1. Сурет. Насослар классификациясы.



4.2. Сурет. Поршеньді насос

Тетік 3 және поршень 2 қоса оңға қозғалған жағдайда сол жақтағы сорғыш қақпақшасы 5 және оң жақтағы қотарғыш қалақшасы 4 ашылады (4.2 сурет). Сұйық сорғыш құбырдан 5 арқылы цилиндрдің сол аумағын толтырады, ал цилиндрдің оң аумағындағы сұйық 4 арқылы тегеуірінді құбырға қотарылады. Поршень 2 және тетік 3 қайта солға қозғалған жағдайда сұйық сол жақтан қотарылады да, оң жақтан сорылады, демек процесс керісінше қайталанады.

Жоғарыдағы принцип барлық көлемді насостарда қолданылады. Айырмасы тек жұмыс органы поршеннің орнына басқа жұмыс органы қолданылады, мысалы диафрагма (диафрагмалы насос), тісті доңғалақтар (доңғалақты насостар), бұрандалар (бұрандалы насостар), плунжерлер (плунжерлі насостар) ж. т.б

Көлемді насостар құратын тегеуірін Н теориялық тұрғыдан алғанда шексіз бола алады. Оның мөлшері тек көлемді насостың жұмыс органына (поршень ж.т.б) беріле алатын күшке және насос элементтерінің беріктілігіне байланысты болады. Сондықтан көлемді насос жұмыс істеп тұрған кезде тегеуірінді (қысымды) құбырдағы ысырмалы жапқышты (вентильді) жабуға тыйым салынады.

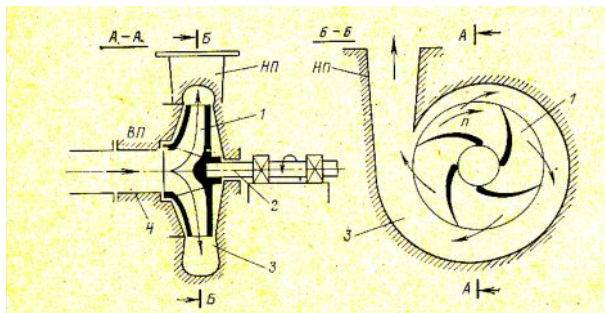
Динамикалық насостарда кіре берістегі және шыға берістегі келте құбырларымен тұрақты қатынасатын камерадан сұйықтар тікелей күш әсерімен қотарылады. Динамикалық насостарға тәжірбеде кең пайдаланатын қалақшалы насостардың үлкен тобы, сондай-ақ құйынды, шапшу ағынды ж.т.б. насостар жатады.

Қалақшалы насостар негізгі жұмыс органы жұмыстық доңғалақтары айналғанда қалақшалар аралығындағы су ағыны мен қалақшалардың өзара динамикалық әсері нәтижесінде қолданған электр энергиясын сұйықтың тегеуірін энергиясына айналдырады. Қалақшалы насостар көлемді насостармен салыстырғанда техникалық және пайдалану тұрғысынан біршама артықшылығымен ерекшеленеді:

- жұмыстық доңғалақтың білігінің жоғары айналым жылдамдығына -300 ден 3000 айнал/мин мүмкіндік береді. Бұл жұмыстық доңғалақты жоғары санды айналымды электрқозғалтқышқа қосуды жеңілдетеді;

- көлемді насостармен тең сұйық көлемін қотаруда қалақшалы насостардың, салмағы мен мөлшері біршама аз болады;
- пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) жоғары, конструкциясы жұпыны және пайдалануда сенімдірек болады.

Центрден тепкішті насостар қисық бетті қалақшалары бар білікке 2 бекітілген жұмыстық доңғалақтан 1 және осы жұмыстық доңғалақ орналасқан иірімді камерадан 3 тұрады (4.3. Сурет).



4.3. Сурет. Центрден тепкішті насос схемасы

су қысымы кіре берістегі құбырдағы ВП су қысымынан жоғары болады, демек бұл насостың тегеуірін мөлшері жұмыстық доңғалақтың айналым жиілігіне байланысты болады. Центрден тепкішті насостар келесі біршама белгілерімен топтастырылады:

- жұмыстық доңғалақ санымен:

а) жалғыз доңғалақты насостардың құратын тегеуіріні жұмыстық доңғалақтың айналым жиілігіне байланысты болады да тек доңғалақтың беріктігімен шектеледі;

б) көп доңғалақты насостардың құратын тегеуіріні әр жұмыстық доңғалақтың құратын тегеуіріндерінің қосындысына тең болады да сұйықтың қотару көлемі жалғыз доңғалақты насостың қотару көлеміне тең болады.

- жұмыстық доңғалақтың құратын тегеуірінімен:

а) төмен тегеуірінді насостар – тегеуірін 20,0 м дейін;

б) орташа тегеуірінді насостар - тегеуірін 20,0 дан 60,0 м дейін;

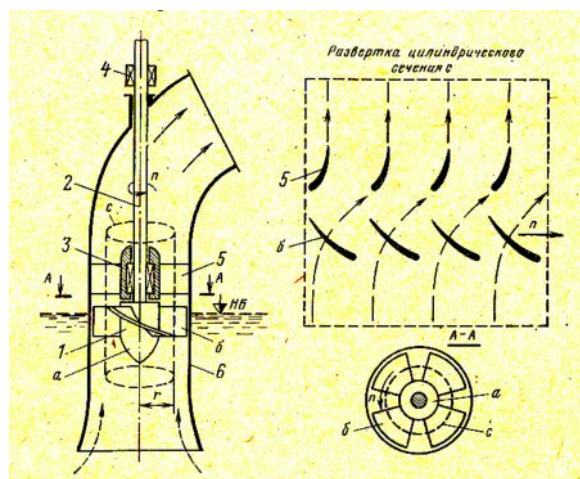
в) биік тегеуірінді насостар – тегеуірін 60,0 м жоғары.

- атқару міндетімен:

таза суды, сарқын суды (канализация);
өндірістік - техникалық суды; майлы суды қотаруға, құм шапшытуға ж т.б. арналады. Атқару міндетіне байланысты насос конструкциялары әртүрлі болып келеді.

Осьтік насостар бірнеше жұмыстық қалақшалар δ бекітілген (олардың саны 4-6) сүйіргішті а жұмыстық доңғалақтан 1 тұрады. Білік 2 төменгі 3 және жоғарғы 4 подшипниктерде айналады, ал төменгі подшипникке радиалды бекітілген бағыттау аппараты (БА) қалақшалары 5 тіреу болады. Жұмыстық доңғалақ және бағыттау аппараты насостың су сорғыш және су қотарғыш элементтері рөлінде пайдаланатын құбыр бейнелі корпусқа 6 орналасады. Осьтік насостар $0,2$ ден $18,0 \text{ м}^3/\text{с}$ дейінгі су ағынды шығыны мен $1,3$ тен $22,0$ м дейінгі тегеуірін аралығында қолданылады. Олар жоғары қуатты жылу электр стансаларында су айналым ағысын қамтамасыз етуге, кемелер өткізу шлюз қондырғыларында, магистралдық канал мен ирригация жүйелерінде, қала тұрғындарын және өнеркәсіпті сумен қамтамасыз ету стансаларында қолданылады.

Су жұмыстық доңғалақтың центріне кіре берістегі келте құбырдан ВП 4 өтіп жұмыстық доңғалақтың айналым әсерімен иірімді камера 3 шығарылады да қысқа диффузор түріндегі тегеуірінді шыға берістегі келте құбырға (ВП) бағытталады. Жұмыстық доңғалақ n бағытымен айналады да сұйықты өз қалақшаларымен тартып периферияға қарай шығарады. Су ағымына қалақшалардың динамикалық әсері нәтижесінде шыға берістегі құбырда (НП)



4.4. Сурет. Осьтік насос схемасы

Осьтік насостар қалақшалары қатты бекітілген пропеллерлі (ПР) және айналмалы қалақшалы (ПЛ) болып орындалады.

Динамикалық насостарға құйынды, шапшу ағынды насостар да жатады.

[1 негіз. 182 – 189.]; [1 қосым. 341 – 342, 346-349, 354-358.]; [2 қосым. 103 – 106.].

Бақылау сұрақтары.

1. Насостардың негізгі қолдану мақсаты неде?
2. Көлемді насостардың ерекшеліктері қандай?
3. Көлемді насостарға қандай насостар жатады?
4. Көлемді насостардың қимыл принципі неде?
5. Көлемді насостардың тегеуіріні шектеле ме? Себебін түсіндіріңіз.
6. Динамикалық насостардың қимыл принципі неде?
7. Центрден тепкіш насостың иірімді камерасы дегеніміз не?
8. Центрден тепкіш насостың қимыл принципін түсіндіріңіз.
9. Осьтік насостың қимыл принципін түсіндіріңіз.
10. Құйынды және шапшу ағынды насостардың құрамдары қандай?

5 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс органдарындағы энергия алмасу процесі.

Су пәрменді қондырғылар энергиясының негізгі теңдеуі.

Дәріс конспектісі.

1. Гидротурбина және насос қондырғыларындағы жұмыстық доңғалақтағы сұйықтар қозғалысы.
2. Гидравликалық турбинаның негізгі теңдеуі.
3. Насостың негізгі теңдеуі.

Су пәрменді қондырғылардың жұмыс доңғалақтарындағы сұйықтар қозғалысы өте күрделі болып келеді. Біріншіден, сұйықтардың белгілі бір нүктелі бөлшектері жұмыстық доңғалақтардың қалақшаларына қатысты қозғалса, екіншіден, жұмыстық доңғалақпен бірге айналымды қозғалыста болады. Сұйықтардың жұмыстық доңғалақтың қалақшаларына қатысты қозғалысы *салыстырмалы жылдамдықпен w* , ал жұмыстық доңғалақпен бірге айналымды қозғалысы *тасымалды жылдамдықпен u* бейнеленеді. Жұмыстық доңғалақтың қалақшалар аралығындағы кеңістіктің кез келген нүктесіндегі *абсолюттік жылдамдық v* салыстырмалы және тасымалды жылдамдықтардың қосындысына тең болады. w , u , v жылдамдықтар жылдамдық параллелограммын құрады (5.1. сурет).

Сұйықтардың жұмыстық доңғалақтың қалақшаларына қатысты қозғалысы *салыстырмалы жылдамдықпен w* , ал жұмыстық доңғалақпен бірге айналымды қозғалысы *тасымалды жылдамдықпен u* бейнеленеді. Жұмыстық доңғалақтың қалақшалар аралығындағы кеңістіктің кез келген нүктесіндегі *абсолюттік жылдамдық v* салыстырмалы және тасымалды жылдамдықтардың қосындысына тең болады. w , u , v жылдамдықтар жылдамдық параллелограммын құрады (5.1. сурет).

Абсолюттік жылдамдықпен v тасымалды жылдамдық u арасындағы бұрыш α абсолюттік жылдамдық бұрышы деп аталады, ал салыстырмалы жылдамдық w -мен тасымалды жылдамдық u арасындағы бұрыш β салыстырмалы жылдамдық бұрышы деп аталады. Су жұмыстық доңғалақтың иілген қалақшаларының бойын қуалап ағу процесінде абсолюттік жылдамдықтың мөлшері мен бағыты өзгеріп отыратындықтан, жұмыстық доңғалаққа кіре берістегі және шыға берістегі жылдамдықтар үшбұрышының (параллелограммының) өзгерісі пайда болады.

Гидравликалық турбинаның негізгі теңдеуі, (5.1. сурет).

Реактивті турбиналарда су жұмыстық доңғалақтың иілген қалақшаларының бойын қуалап ағу процесінде абсолюттік жылдамдықтың мөлшері мен бағытының өзгеруі нәтижесінде иілген қалақшалардың бет ауданына қысым тудырады.

Жұмыстық доңғалақтың қалақшаларының аралық кеңістігіне dt уақыт ішінде массасы $m = \rho g Q dt$ тең су v_1 жылдамдықпен кірсе, массаның сақталу және су ағымының тұтастық заңдарына сәйкес, дәл сол масса m v_2 жылдамдықпен жұмыстық доңғалақтан шығуы шартты.

Жұмыстық доңғалақтың қалақшаларына кіре берістегі су массасы mv_1 қозғалыс мөлшеріне ие болса, қалақшалардан шыға берістегі сол масса mv_2 қозғалыс мөлшері сорғыш құбырға шығарылады. Турбинаның өсіне қатысты жұмыстық доңғалаққа кіре берістегі қозғалыс мөлшерінің моменті $M_{к,м1} = mr_1 v_1 \cos \alpha_1$ болса, шыға берістегі момент $M_{к,м2} = mr_2 v_2 \cos \alpha_2$ болады. Жұмыстық доңғалаққа кіре беріс пен шыға берістегі dt уақыт аралығындағы су қозғалыс мөлшері моменттерінің айырмасы доңғалақты қозғалту күш моментінің осы уақытқа көбейтіндісіне тең болады:

$$M dt = mr_2 v_2 \cos \alpha_2 - mr_1 v_1 \cos \alpha_1,$$

мұнда r_1 – доңғалаққа кіре берістегі су массасының радиусы, м;

r_2 – доңғалақтан шыға берістегі су массасының радиусы, м.

Турбинаның қозғалту күш моменті M_T абсолюттік шамасы судың доңғалақты қозғалту күш моментіне тең болады да, ал бағыты керісінше болады. Сонда

$$M_T = -M = m(r_2 v_2 \cos \alpha_2 - r_1 v_1 \cos \alpha_1) / dt;$$

Турбинаның жұмыстық доңғалағы тұрақты бұрыштық айналым жылдамдықпен ω айналғанда $u = r\omega$ болып турбинаның қуаты N_T келесі формуламен анықталады:

$$N_T = M_T \omega = \rho Q (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2).$$

Басқаша алғанда, жұмыстық доңғалақтан өтетін су ағымының қуаты $N_0 = \rho g Q H$. Турбинаның қуатының N_T су ағымының қуатына N_0 қатынасы гидравликалық турбинаның пайдалы әсерлі коэффициенті ПӘК η_T болады, демек:

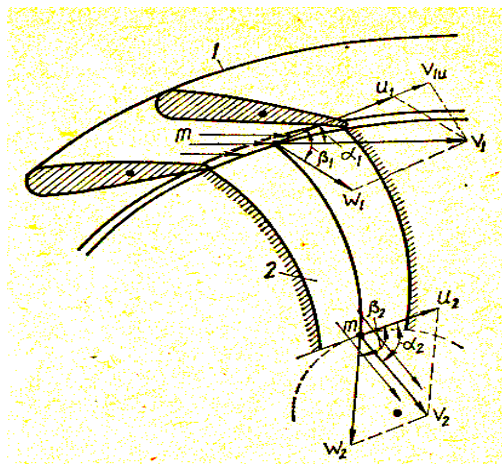
$$H = \frac{1}{g \eta_T} (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2) \quad (5.1)$$

5.1 теңдеу гидравликалық турбинаның негізгі теңдеуі деп аталады.

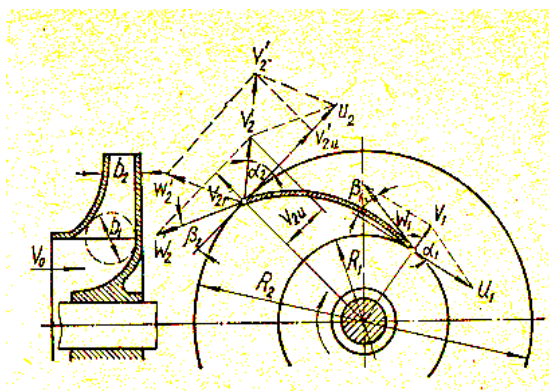
Насостың негізгі теңдеуі (5.2. сурет).

Центрден тепкішті насостардың жұмыстық доңғалақтарына су осьтік бағытпен орта шеңберіне v_0 жылдамдықпен сорылады. Жұмыстық доңғалаққа кіре берісте су ағымының бағыты осьтік бағыттан радиалдық бағытқа бұрылып v_1 абсолюттік жылдамдыққа ауысады. Судың қалақша аралық кеңістікпен одан ары доңғалақтың айналым әсерінен қозғалысы біртіндеп доңғалақтан шыға берісте v_2 абсолюттік жылдамдыққа ие болады. Егер доңғалақтың судың

бірлік массасына берген энергиясын анықтаған жағдайда, ол жұмыстық доңғалақтың теориялық тегеуірініне H_T тең болады. Центрден тепкішті насостарда сұйыққа әсер ететін сыртқы күштер жұмыстық доңғалақтың қалақшаларының айналым процесінен туады. Жұмыстық



5.1. Сурет. Реактивтік турбинаның жұмыстық доңғалағындағы су ағымының схемасы 1- бағыттаушы аппаратқа кіре беріс; 2- қалақша аралық кеңістік; 3- бағыт-таушы аппарат (БА); 4- турбина осі; 5- иілген қалақшалар.



5.2. Сурет. Насостың жұмыстық доңғалағындағы су ағымының схемасы

доңғалаққа кіре берістегі осьтен R_1 радиустағы су ағымының қозғалыс мөлшерінің моменті $M_1 = m u_1 R_1$, шыға берістегі R_2 радиустағы – $M_2 = m u_2 R_2$. Су ағымының қозғалыс мөлшерінің кіре берістегі және шыға берістегі моменттерінің айырмасы насос доңғалағына берілетін сыртқы күш моментіне M_H тең болады.

$$M_H = M_2 - M_1 = m(u_2 R_2 - u_1 R_1) \quad (5.2),$$

мұнда u_2 – тасымалды жылдамдықтар, $u_2 = v_2 \cos \alpha_2$, $u_1 = v_1 \cos \alpha_1$, сонда

$$M_H = m(v_2 R_2 \cos \alpha_2 - v_1 R_1 \cos \alpha_1) \quad (5.3)$$

5.3 теңдеуін бұрыштық айналым жылдамдығына ω көбейтіп, келесі теңдіктерді ескере отырып: насос қуаты $N_H = M_H \omega$; $u_2 = R_2 \omega$; $u_1 = R_1 \omega$; $m = \rho Q$; судың қабылдаған қуаты $N_0 = M_0 \omega = \rho g Q H_T$ төмендегі формуланы шығара аламыз:

$$\rho g Q H_T = \rho Q (u_2 v_2 \cos \alpha_2 - u_1 v_1 \cos \alpha_1),$$

мұнда H_T – насосың теориялық тегеуіріні.

Тәжірибедегі нақты насосың тегеуіріне гидравликалық кему (h_r) мөлшерін ескере отырып $H = H_T \eta_r$, демек $H_T = H / \eta_r$.

$$H = \frac{\eta_r}{g} (u_2 v_2 \cos \alpha_2 - u_1 v_1 \cos \alpha_1) \quad (5.4)$$

5.4. теңдеуі центрден тепкіш насосың негізгі теңдеуі деп аталады.

Реактивтік турбиналардың 5.1 теңдеуі мен қалақшалы насостардың 5.4 теңдеуінің бірдейлігі су пәрменді қондырғылардағы гидродинамикалық процестердің ұқсастығын көрсетеді.

[1 негіз. 61 – 73, 189 - 195.]; [1 қосым. 71-78, 85-90, 365-367.]; [2 қосым. 40-42, 106 – 109.].

Бақылау сұрақтары.

1. Су пәрменді қондырғылардың жұмыстық доңғалақтарындағы сұйықтар қозғалысын бейнелеңіз.
2. Салыстырмалы жылдамдық қандай су ағымына қатысты?
3. Тасымалды жылдамдық қандай су ағымына қатысты?
4. Су ағымының абсолюттік жылдамдығы дегеніміз не?
5. Қозғалыс мөлшері нені көрсетеді?
6. Жұмыстық доңғалақтың өсіне қатысты қозғалыс мөлшерінің моменті дегеніміз не?
7. Турбинаның қуаты қалай есептеледі?
8. Турбинаның негізгі теңдеуін келтіріңіз.
9. Насосың негізгі теңдеуін келтіріңіз.

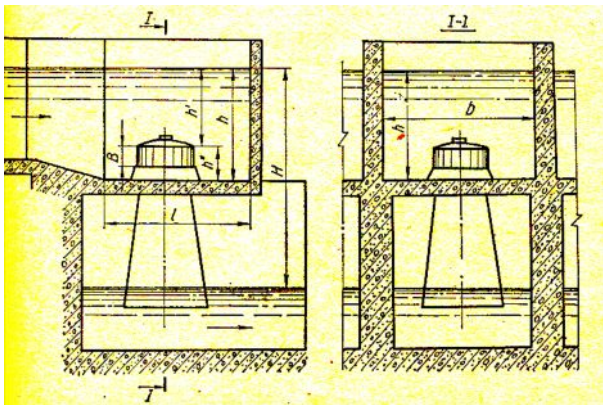
6 дәріс тақырыбы. Гидротурбина және насос қондырғыларының негізгі схемалары.

Дәріс конспектісі.

1. Су пәрменді қондырғылардың негізгі элементтері.
2. Гидротурбина қондырғыларының негізгі схемасы.
3. Насос қондырғыларының негізгі схемасы.

Су пәрменді қондырғылардың негізгі элементтері келесі: (6.1 сурет, 6.2 сурет):

- су жеткізу каналдары, құбырлар, сорғыш құбырлар 5 сияқты су пәрменді қондырғыларға суды жеткізу имараттары мен қондырғыларын;
- турбинаның ашық камерасы 1, турбина мен насосың 3 жабық иірімді камерасы сияқты су жеткізу қондырғыларын;
- турбинаның бағыттаушы аппараты (БА) 4, насосың реттеуші вентилдері (ысырма жапқыштары) сияқты су пәрменді қондырғылардың ағынды су шығынын реттеу қондырғыларын;
- турбинаның сорғыш құбыры 3, насосың тегеуірінді құбыры 4 сияқты жұмыстық доңғалақтарынан су шығару қондырғыларын құрады.

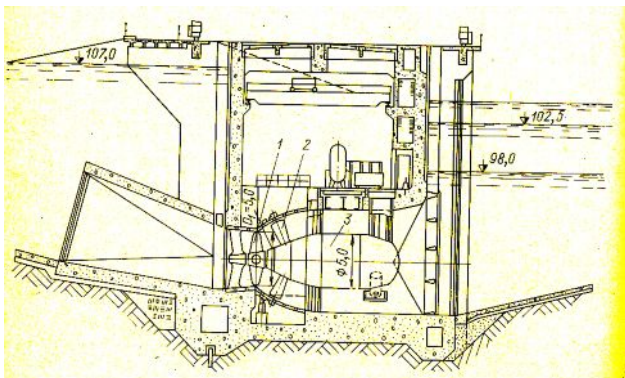


6.1. Сурет. Радиалды - осьтік турбинаның орнату схемасы.

1-ашық, қосымша қысымсыз турбиналық камера; 2-жұмыстық доңғалақ; 3-сорғыш құбыр.

Турбиналық камера жұмыстық доңғалаққа суды бағыттау аппаратының (БА) шеңбер периметрімен суды біркелкі жеткізу мақсатында қолданылады. Турбиналық камералардың келесі түрлері кездеседі:

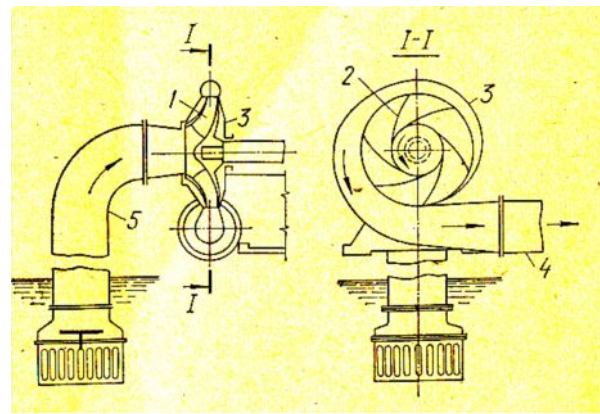
- ашық, қосымша қысымсыз – тегеуіріні $< 6,0$ м төмен тегеуірінді кіші турбиналарға арналған;
- иірімді - тегеуіріні $4,0 \div 80,0$ м (3.2, сурет б.4) бетонды, темірбетонды және металды, тегеуіріні $40,0 \div 700,0$ м (3.4, сурет б.4) үлкен және орташа турбиналарға арналған;
- тіке ағымды – горизонтальды капсулалы турбиналар мен насостарға арналған (6.3 сурет);
- қапталмалы – горизонтальды турбиналарға және насостың иірімді суды шығару камерасына арналған. (6.5 сурет)



6.4. Сурет. Горизонтальды капсулалы насостың орнату схемасы..

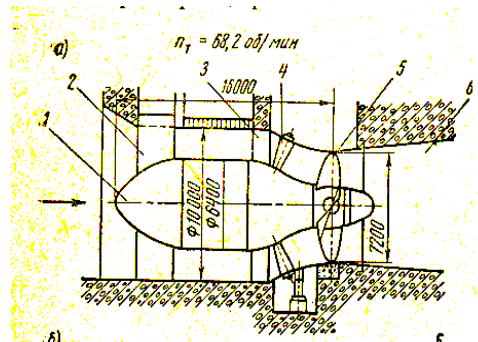
1- жұмыстық доңғалақ; 2-бағыттаушы аппарат; 3-капсула.

Центрден тепкішті насостың иірімді камерасы жұмыстық доңғалақтан шығатын суды қабылдап оны шыға берістегі тегеуірінді келте құбырға жеткізеді. Жұмыстық доңғалақтан сұйықтар үлкен жылдамдықпен $v_2 = 20 \div 40$ м/с болғандықтан оның кинетикалық энергиясы жоғары болады. Сондықтан бұл энергияны тиімді түрде қысым энергиясына айналдыру өте маңызды мәселе болып табылады. Бұл мәселе насостардың иірімді камерасын жобалау нәтижесінде шешіледі. Сорғыш құбыр (3.2 сурет, б.9), (3.4 сурет, б.9) және (6.1 сурет, б.3) реактивті турбиналардың жұмыстық доңғалақтарынан шыға берістегі су ағымының доңғалақта қолданылмаған кинетикалық энергия бөлігін максималды мөлшерде пайдаланып,



6.2. Сурет. Центрден тепкішті насостың орнату схемасы.

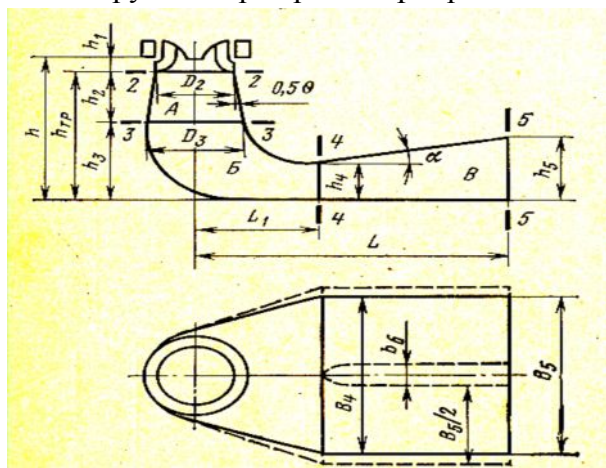
1-2 – жұмыстық доңғалақ; 3- иірімді насос камерасы; 4-тегеуірінді құбыр; 5- сорғыш құбыр.



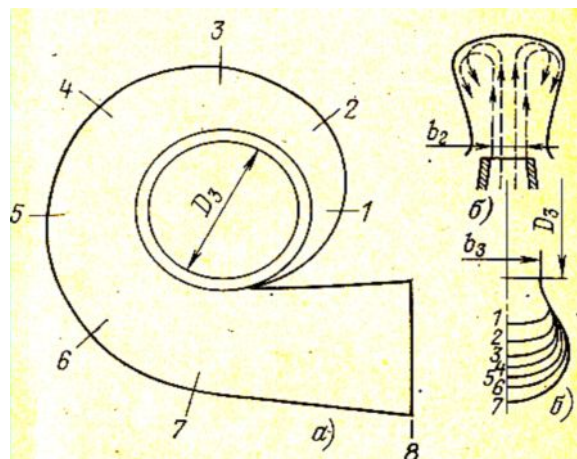
6.3. Сурет. Горизонтальды турбинаның орнату схемасы

1-капсула; 2-шахта; 3-статор; 4-бағыттаушы аппарат(БА); 5- жұмыстық доңғалақ; 6-сорғыш құбыр.

суды ұйымдастырған түрде жұмыстық доңғалақтан төменгі бьефке жеткізуге қызмет етеді. Активті турбиалар сорғыш құбырсыз болады.



6.6. Сурет. Турбинаның иірімді сорғыш құбыры



6.5. Центрден тепкішті насостың иірімді камерасы

Турбинаның сорғыш құбырлары екі түрге бөлінеді: тік осьті (6.1 сурет) және иілген (3.2, 3.4 сурет, 6.6 сурет). Тік осьті конус тәріздес сорғыш құбыр энергетикалық көрсеткіштері тиімді және конструкциясы жұпыны болады. Олар кіші СЭС-де радиалды осьтік (РО) турбиналарда жұмыстық доңғалақ диаметрі $D_1 \leq 2,0$ м және қалақшалы турбиналарда $D_1 \leq 1,6$ м болғанда іске асырылады. Үлкен және орташа турбиналарда иілген сорғыш құбырлар қабылданады. Иілген сорғыш құбырлар тәжірибе жүзінде барлық жұмыстық доңғалақтар диаметрі $D_1 \geq 1$ м, тегеуіріні $H=25 \div 100$ м болатын вертикал турбинді су электр стансаларында пайдаланылады. Тәжірибеде турбина сорғыш құбырлары өлшемдері келесі мөлшерде қабылданады (6.6 сурет): биіктігі $h = 1,915D_1$; $h = 2,3D_1$; $h = 2,5D_1$; $h = 2,7D_1$; ұзындығы $L = 3,5D_1$; $L = 4,5D_1$; $L = 6,5D_1$.

Насос қондырғысының сорғыш құбырлары (6.2 сурет, б. 5) көпшілік жағдайда диаметрі тегеуірінді құбырдан (6.2 сурет, б. 4) үлкен құбыр болып табылады. Гидравликалық кему мөлшерін азайту мақсатында насос сорғыш құбырлары неғұрлым қысқа және бұрылыстары аз болып орындалады. Ірі насос стансаларында вертикал насос қондырғыларында су электр стансаларындағыдай иілген сорғыш құбырлары қолданылады.

[1негіз. 82 – 88, 96 – 101, 201-217.]; [1қосым. 137-139, 145-155, 173-185, 354-358.]; [2қосым. 49-54, 62 – 69, 103-106.].

Бақылау сұрақтары.

1. Су пәрменді қондырғылардың элементтеріне қандай имараттар мен құрылғылар жатады?
2. Турбина камерасы не үшін қажет?
3. Қандай турбина камералары кездеседі?
4. Ашық қысымсыз турбина камералары қандай жағдайда қолданылады?
5. Иілген турбина камералары қандай қондырғыда және жағдайда пайдаланылады?
6. Тік ағымды турбина камералары қандай қондырғыда және жағдайда пайдаланылады?
7. Центрден тепкішті насостың иірімді камерасы не жұмыс атқарады?
8. Сорғыш құбырлардың негізгі қолдану мақсаты неде?
9. Сорғыш құбырлардың қандай түрлері бар?
10. Сорғыш құбырлардың негізгі өлшемдері қандай?
11. Насостың сорғыш құбыры не қызмет атқарады?
12. Насостардың сорғыш құбырларының қандай түрлері бар?

7 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғыларды модельдеу негіздері. Екі геометриялық өзара ұқсас турбиналардың немесе насостардың айналым саны, ағынды су шығындары және қуаттары арасындағы байланыс.

Дәріс конспектісі

1. Су пәрменді қондырғылардың жұмысын модельдерде зерттеу қажеттілігі.
2. Модельдеудің негізгі шарттары.
3. Екі өзара ұқсас турбиналардың немесе насостардың айналым саны, ағынды су шығындары және қуаттары арасындағы байланыс.
4. Су пәрменді қондырғылардың нақты турбина немесе насос көрсеткіштерін модель көрсеткіштерін пайдаланып есептеу.

Су пәрменді қондырғылардың әртүрлі іс тәртібі кезінде өте күрделі жұмыс процестері орын алады. Сондықтан олардың су ағымы бар бөлшектерін және энергетикалық көрсеткіштерін теориялық тұрғыдан есептеу мүмкіндігі жоққа тең. Сондай-ақ, теориялық есептеу қондырғылардың тек жалғыз ең, тиімді іс тәртібі кезіндегі көрсеткіштерін анықтауға арнала алады, ал су пәрменді қондырғылар болса тәжірибе жүзінде әртүрлі іс тәртібімен жұмыс істейді. Сондықтан алдын-ала есептеу нәтижесіне сүйене отырып турбинаның (насосын) ұқсас кіші моделін (мүсінін) дайындап, лабораториялық зерттеуден өткізеді. Жұмыс процестерін турбина (насос) моделінде зерттеп оның нәтижелерін нақты турбинаға (насосқа) пайдалану динамикалық ұқсастық теорияға негізделген. Егер модельдің және нақты турбинаның (насосын) пайдалы әсер коэффициенті бірдей деп есептесек, онда динамикалық ұқсастық формулаларын шығаруға болады:

- нақты және модельді турбиналардың (насосын) жұмыстық доңғалақтарына кіре берістегі тасымал жылдамдығын есептеу: $u_1 = k_u \sqrt{2gH} = \frac{\pi D_1 n}{60}$ - нақты турбиналар (насос) үшін,

$$u_1 = k_u \sqrt{2gH_m} = \frac{\pi D_{1m} n_m}{60} - \text{турбина (насос) моделдері үшін.}$$

Жылдамдық коэффициенті k_u нақты және модельді турбиналарға (насосарға) бірдей деп есептегенде:

$$\frac{n}{n_m} = \frac{D_{1m}}{D_1} \sqrt{\frac{H}{H_m}} - \text{турбина үшін,} \quad \frac{n}{n_m} = \frac{D_{1m}}{D_1} \sqrt{\frac{H_m}{H}} - \text{насос үшін.}$$

- су пәрменді қондырғылардың жұмыстық доңғалақтарының ағынды су шығыны:

$$\frac{Q}{Q_m} = \frac{D_1^2}{D_{1m}^2} \sqrt{\frac{H}{H_m}} - \text{турбина үшін,} \quad \frac{Q}{Q_m} = \frac{D_1^2}{D_{1m}^2} \sqrt{\frac{H}{H_m}} \text{ немесе } \frac{Q}{Q_m} = \frac{n D_1^3}{n_m D_{1m}^3} - \text{насос үшін.}$$

- су пәрменді қондырғылардың қуаты:

$$\frac{N}{N_m} = \frac{D_1^2 H}{D_{1m}^2 H_m} \sqrt{\frac{H}{H_m}} - \text{турбина үшін,} \quad \frac{N}{N_m} = \frac{D_1^2 H}{D_{1m}^2 H_m} \sqrt{\frac{H_m}{H}} \text{ немесе } \frac{N}{N_m} = \frac{n^3 D_1^5}{n_m^3 D_{1m}^5} - \text{насос үшін.}$$

Жаңадан жобаланатын турбинаның негізгі көрсеткіштерін анықтау үшін модельді зерттеу нәтижесінде құрылған модельдің көрсеткіштерін нақты турбинаға қайталап есептеу келтірілген ($H_m = 1,0\text{м}$ и $D_m = 1,0\text{ м}$ келтірілген кезде) формулаларымен жүргізіледі. Турбинаны есептеу үшін келесі динамикалық ұқсастық формулалары қолданылады:

- модельдің келтірілген $H_m = 1,0\text{м}$, $D_m = 1,0\text{м}$ айналым саны: $n_1^| = \frac{n D_1}{\sqrt{H}}$ (7.1)

- модельдің келтірілген $H_m = 1,0\text{м}$, $D_m = 1,0\text{м}$ ағынды су шығыны: $Q_1^| = \frac{Q}{D_1^2} \sqrt{H}$ (7.2)

- модельдің келтірілген $H_m = 1,0\text{м}$, $D_m = 1,0\text{м}$ қуаты:

$$N_1^| = 9.81 Q_1^| \eta = \frac{N}{D_1^2 H \sqrt{H}} \text{ немесе } N = 9.81 Q_1^| \eta H \sqrt{H} D_1^2 \text{ (7.3)}$$

- нақты жобалау турбинаның пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) $\eta = 1 - (1 - \eta_m) \sqrt[5]{\frac{D_1}{D_{1M}}}$ (7.4)

-айналым санының жылдамдық коэффициенті $N_m = 1,0$ м, $N_m = 1$ ат күші: $n_s = n \frac{\sqrt{N}}{H^{\frac{3}{4}}}$ (7.5)

Бұл формулаларда: D_1 – жобалау нақты турбинаның диаметрі, м;
 D_{1M} – модельді турбинаның бірден басқа диаметрі, м;
 n – жобалау нақты турбинаның айналым саны, айн/мин;
 H – нақты турбинаның есептелік тегеуіріні, м;
 Q – нақты турбинаның ағынды су шығыны, м³/с;
 N – нақты турбинаның қуаты, кВт;
 η – нақты турбинаның пайдалы әсер коэффициенті;
 η_m – модельді турбинаның пайдалы әсер коэффициенті.

Жобаланатын насостың негізгі көрсеткіштерін анықтау үшін осы насостың тегеуірінін, ағынды су шығынын, қуатын, айналым санын есептеу формулалары пайдаланылады. Бұл формулалар пропорционалдық заңы формулалары деп аталады. Насос модельсіз болғандықтан $D_{1M} = D_1$ болады да пропорционалдық формулалар келесі түрде қолданылады:

$$\frac{H^I}{H} = \left(\frac{n^I}{n}\right)^2, \quad \frac{Q^I}{Q} = \frac{n^I}{n}, \quad \frac{N^I}{N} = \left(\frac{n^I}{n}\right)^3 \quad (7.6)$$

мұнда - штрих белгісі осы бір насостың айналым саны өзгеруіне байланысты әртүрлі іс тәртібімен жұмыс істеуін көрсетеді. Геометриялық ұқсас насостардың айналым санының жылдамдық коэффициенті $N=1,0$ м, ағынды сушығыны $Q= 75,0$ л/с болғанда келесі формуламен есептеледі:

$$n_s = 3.65 \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}}, \quad (7.7)$$

мұнда n , Q және N – жобалап отырған насостың тиімді іс тәртібінің көрсеткіштері.

[1негіз. 74 – 80, 195 - 200.]; [1қосым. 100-111, 367-371]; [2қосым. 45-49, 109 – 112.].

Бакылау сұрақтары.

1. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс процесін неліктен модельдерде зерттеу қажет?
2. Су пәрменді қондырғылардың негізгі динамикалық ұқсастық белгілері қандай?
3. Геометриялық ұқсастық шарты дегеніміз не?
4. Кинематикалық ұқсастық шарты дегеніміз не?
5. Динамикалық ұқсастық шарты дегеніміз не?
6. Модель және нақты турбина аралық айналым жиілігінің теңдеуі қандай?
7. Модель және нақты турбина аралық су ағынды шығынының теңдеуі қандай?
8. Модель және нақты турбина аралық қуат теңдеуі қандай?
9. Турбинаның келтірілген көрсеткіштері дегеніміз не?
10. Айналым санының жылдамдық коэффициенті дегеніміз не?
11. Бір насостың әртүрлі іс тәртібінің көрсеткіштері қалай есептеледі?

8 дәріс тақырыбы. Гидротурбиналар мен насостардың энергетикалық сынау принциптері.

Дәріс конспектісі

1. Модельдік сынаудың негізгі міндеттері.
2. Гидротурбиналардың сипаттамалары.
3. Насостардың сипаттамалары.

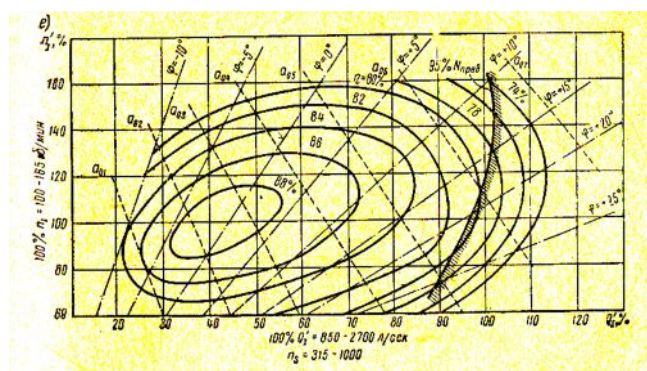
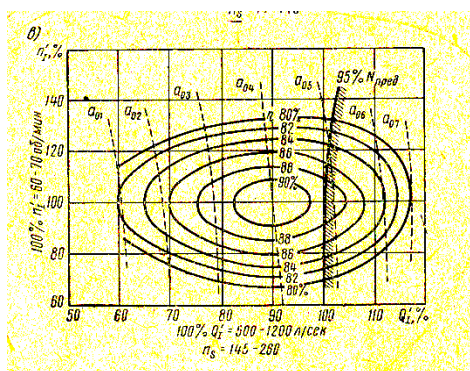
Нақты тәжірибелік жағдайларда су пәрменді қондырғылар (турбина және насос қондырғылары) белгілі уақыт ішінде өзгеріп тұратын ағынды су шығыны, тегеуірін, қуат

көрсеткіштерімен, турбинаның гидророторының және насостың электрқозғалтқышының білігінің тұрақты айналым жиілігі санымен жұмыс істейді. Нақты генератордың немесе электрқозғалтқыштың роторларының айналым жиілілік саны n электр жүйесінде қабылданған электр тогының стандарт жиілілігі $f = 50$ герц байланысты генератор немесе электрқозғалтқыштың қос полюс саны p болғанда:

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50 \cdot 60}{p} = \frac{3000}{p} \text{ айнал/минут}$$

формуласымен анықталады. Әр нақты генератор немесе электр қозғалтқыштарында қос полюс саны $p = \text{const}$ тұрақты болғандықтан, егер ротордың білігі турбина немесе насос білігіне тікелей қосылса, ротордың айналым жиілілік саны да $n = \text{const}$ тұрақты болады. Су пәрменді қондырғылардың іс тәртібі алуан түрлі болу салдарынан белгілі уақыт аралығында өзгеріп отыратын айнымалы шамалардың (Q , H , N) өзгеру процесін алдын-ала болжау мүмкіндігі өте аз болады. Қазіргі теорияның даму деңгейі турбина немесе насостың тек бір белгілі іс тәртіпті жұмыстарын есептеуге мүмкіндік береді. Басқа барлық іс тәртібін есептеу өте қыйынға соғады. Сондықтан қазіргі кезде турбина немесе насос құру келесі жолмен жүргізіледі: турбина немесе насостың су өтімді бөліктерінің бірнеше вариантын техникалық есептемеден өткізеді, сонан соң осы варианттардың моделін лабораториялық жағдайда зерттеп, тиімді варианттарын таңдап алады.

Модельдерді зерттеу нәтижесінде турбина және насостың дербес түрін есептеп дайындаудан олардың әртүрлі айналым жылдамдықты топтық модель сериясын құруға мүмкіндік туады. Сондай-ақ бұл бір-ақ рет құрылған модель сериясы әртүрлі өлшемді турбиналар мен насостарды жасап шығаруға негіз бола алады. Сонымен, жеке модельдерді зерттеп жетілдіруде алынған сипаттамалар турбина (насос) жобалауда, ұқсастық заңдарын сақтай отырып, тек өлшемдерін өзгертіп көшірмесі түрінде қабылдауға, олардың түрін, қуатын және өлшемдерін дұрыс шешуге мүмкіндік туғызады.



8.1. Сурет. Турбинаның бас универсал сипаттамаларының негізгі түрлері.

а) – радиалды-осьтік (РО) турбинаның; б) – айналмалы қалақшалы (ПЛ) турбиналар.

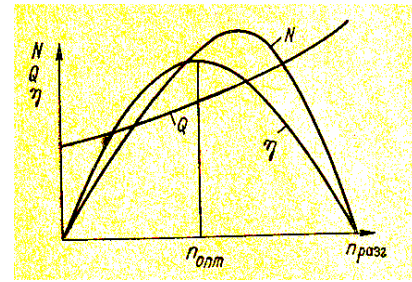
Су пәрменді қондырғылардың (турбина және насос) жұмыс процесінің талдауы олардың жұмыс атқаруы келесі екі көрсеткішпен анықталатынын көрсетеді:

- турбина мен насостардың су ағымды бөлшектерінің формасын (турбина мен насос түрлері), мөлшерін (диаметрі D_1), бағыттаушы аппараттың (БА) немесе вентильдің ашылуын α_0 , айналмалы қалақшалы турбина мен осьтік насостардың қалақшаларының орнықтыру бұрышын ϕ белгілейтін геометриялық көрсеткіштер;
- су пәрменді қондырғылардың өзара байланыссыз айнымалы шамалар n және Q -ларға қатысты іс тәртібін белгілейтін кинематикалық көрсеткіштер. Турбина немесе насостардың іс тәртібінің кинематикалық ұқсастық көрсеткішін келесі шарттармен бейнелеуге болады:

$$\frac{nD_1}{\sqrt{H\eta}} = \text{const} - \text{турбина үшін}, \quad \frac{Q}{nD_1^3} = \text{const} - \text{насос үшін}.$$

Турбинаның жеке дара сериясының энергетикалық көрсеткіштерін анықтау үшін кіші диаметрді (250 мм-ден 1000мм дейін) және кіші тегеуірінді (2 м-ден 4 м дейін) модельдерді лабораториялық жағдайда зерттейді.

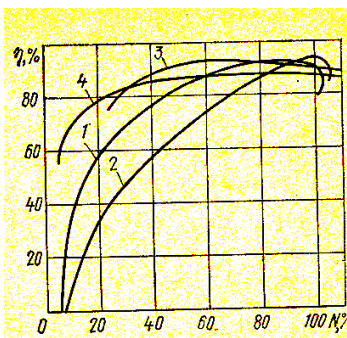
Ең алдымен бағыттаушы аппараттың (БА) әртүрлі ашылуы a_0 үшін сызықтық айналым сипаттамасын $\eta = f(n_1^|)$ сызады (8.2. сурет). Бұл сипаттама бас универсал сипаттаманы құрудың негізін қалайды. Сондай-ақ сызықтық қуат, сызықтық тегеуірін (8.2. сурет) және сызықтық жұмыс (8.3 сурет) сипаттамаларын салуға болады. Көрсетілген сипаттамаларды талдау турбинаның таңдап алынған модельдерінің дұрыстығын және қайтара есептеу нәтижесінде нақты жобалау турбинаның дұрыс қабылданғанын бағалауға мүмкіндік береді.



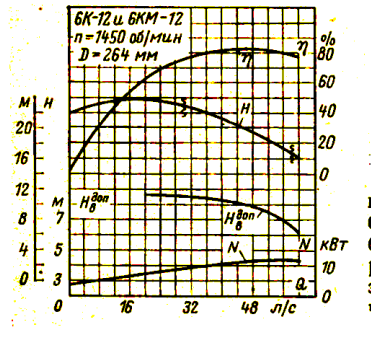
8.2. Сурет. Реактивті турбинаның айналым сипаттамасы.

Гидротурбина модельдерін зерттеудің негізгі міндеті $Q_1^|$ және $n_1^|$ координат жазықтығында пайдалы әсер коэффициентінің (ПӘК) тұрақты санының қыйсық сызықтар тобын құратын турбинаның бас универсал сипаттамасын жасау болады (8.1 сурет). Бас универсал сипаттамада $\eta = \text{const}$ қыйсықтарынан басқа бағыттаушы аппараттың (БА) ашылу a_0 , кавитация коэффициенті σ және қуатты шектеу сызықтары да көрсетіледі. Универсал сипаттамалар жаңа турбиналарды жобалауда нақты көрсеткіштерін және энергетикалық қасиеттерін динамикалық ұқсастық формулаларын (модельден нақты турбинаға қайтара есептеу) пайдаланып таңдау және бағалаудың негізгі құжаты болып табылады. Универсал сипаттамаларда зерттелген модельдің диаметрі $D_{1 м}$ және зерттеу өткізгендегі тегеуірін мөлшері көрсетіледі.

Гидротурбиналардың бас универсал сипаттамалары турбинаның жалғыз көрсеткішін өзгертіп отырып қалған көрсеткіштерін тұрақты ұстағандағы лабораториялық тәжірибе негізінде алынған сипаттамалар көмегімен орындалады. Бұл сипаттамалар сызықтық сипаттамалар деп аталады



8.3. Сурет. Турбиналардың жұмыстық сипаттамалары.
1-РО; 2- ПР; 3- ПЛ;
4-бақырлы турбиналар

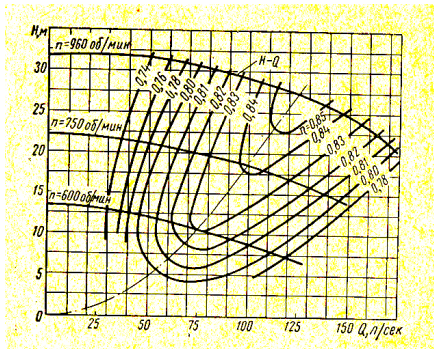


8.4. Сурет. Центрден тепкішті К және КМ типті насосстардың сипаттамасы

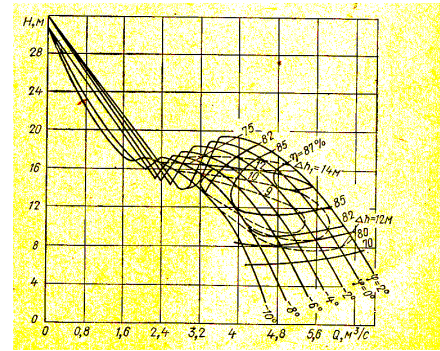
Насос сипаттамалары деп айналым жиілігі тұрақты болған жағдайда ($n=\text{const}$) белгілі насос түрінің көрсеткіштерінің (тегеуірін η , ағынды су шығыны Q , η_n ж.т.б.) іс тәртібіне байланысты өзгеру сызықтарын айтады(8.4сурет). Насосстарды зерттеуде алынған сипаттамалар насостың пайдаланудағы ерекшеліктерін анықтайтын негізгі техникалық құжаттарға жатады. Бұл сипаттамалар насостың техникалық

паспортымен бірге беріледі де әртүрлі пайдалану есептемелерінде қолданылады. Насосың электрқозғалтқышының әртүрлі айналым жиілігі сандарына, демек n айн/мин әртүрлі болғанда, насосстардың универсал сипаттамасы құрылады (8.5, 8.6 суреттер).

Насосстардың универсал сипаттамалары тәжірибеде мүмкін болатын электрқозғалтқыш айналым сандарына, әртүрлі ағынды су шығынына сәйкес насос жұмысын анықтауға мейлінше толық деректер береді.



8.5. Сурет. Центрден тепкіш насостың универсалды сипаттамасы



8.6. Сурет. Осьтік насос ОП2-110 универсалды сипаттамасы

[Негіз. 109 - 135, 225 - 233.]; [Қосым. 112 – 136, 371 – 377.]; [2қосым. 73 – 82, 115 – 118 .].

Бақылау сұрақтары.

1. Генератордың және электрқозғалтқыштың роторларының айналым жиілігінің тұрақты шарты неде?
2. Турбинаның немесе насостың қандай көрсеткіштері белгілі уақытта айнымалы мөлшерде болады?
3. Турбина мен насостың көрсеткіштерінің өзгерімділігі неге байланысты?
4. Турбина мен насостарды лабораториялық тәжірибелік зерттеуден өткізу қажеттілігінің себебі неде?
5. Сызықтық айналым сипаттамасы дегеніміз не?
6. Турбина және насостардың универсал сипаттамалары қалай құрылады?
7. Турбина және насостардың жұмыстық сипаттамасы дегеніміз не?
8. Турбина және насостардың универсал сипаттамалары қандай мақсатта пайдаланылады?

9 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғылардың су жеткізетін (турбина) және су шығаратын (насос) камералары.

Дәріс конспектісі.

1. Су пәрменді қондырғылардың жеткізу және шығару камераларының міндеті.
2. Су жеткізу турбина камералары. Турбина камераларының түрі және құрылымы.
3. Су жеткізу турбина камераларының гидравликалық есептемесі.
4. Насостардың иірімді сұйық шығару камералары.

Турбиналық қондырғыларда жұмыстық доңғалаққа суды шеңбер периметрімен жеткізуге арналған жеткізу камераларын турбиналық камералар деп атайды (9.1 сурет). Турбиналық камераларға келесі:

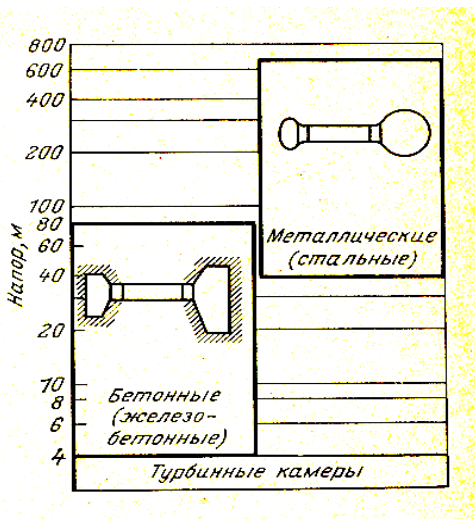
-турбинаның жұмыстық доңғалағына шеңберлі орналасқан статор бағанасы және бағыттаушы аппарат қалақшаларының арасы арқылы шеңбер периметрімен суды біркелкі жеткізу;

- жұмыстық доңғалаққа суды жеткізу процесінде гидравликалық тегеуірін кемуі ең кіші болу;

-турбиналық камералардың пішіні және мөлшері турбина қондырғыларының жер асты (табаны) бөлігінің құрылыс көлемінің ең кіші болуын қамтамасыз ету талаптары қойылады.

Насос қондырғыларында жұмыстық доңғалақтан суды барлық шеңбер периметрімен қабылдауға арналған шығару камераларын насос иірім камерасы (шығарымы) деп атайды. Насос шығарымдарына келесі:

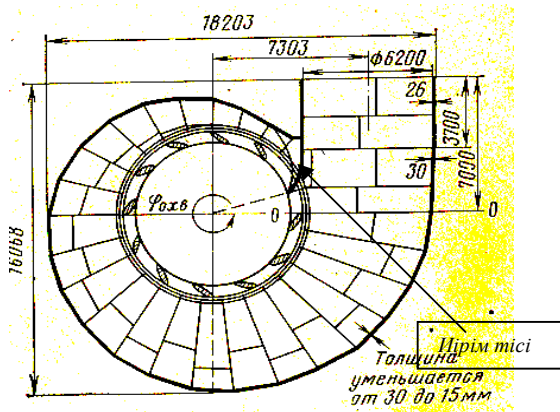
- жұмыстық доңғалақтан шығатын су ағымының кинетикалық энергиясын



9.1. Сурет. Турбина камералары

дейін металды жабық иірімді турбина камералары колданылады (9.1 сурет).

Металды турбиналық камералар (3.4 сурет, 9.2 сурет, 9.3 сурет) көлденең кесіндісі дөңгелек болып турбинаның тегеуірінді құбырының жалғасы болады. Турбиналық камераның кіре берістегі жеткізу құбырына перпендикуляр 0-0 кесіндісі кіре беріс кесінді деп саналады. Турбиналық камераның аяққы кесіндісі камера мен статор бағанасының тұйықталу шегі – иірімді камера тісі бойынша анықталады. Жабық турбина камералары бұған қосымша кіре беріс кесіндіден 0-0 иірім тісіне дейін есептелетін иірімнің қамту бұрышымен $\varphi_{\text{камт}}$ сипатталады.



9.2. Сурет. Турбинаның металды иірімді камерасы

Металды иірімді камералардың қамту бұрышы $\varphi_{\text{камт}} = 340^\circ \div 350^\circ$ болады. Турбиналық камераның кіре беріс кесіндісіне 0-0 дейінгі бөлігін кіріс бөлігі деп, ал кіре беріс кесіндіден 0-0 иірімнің тісіне дейінгі бөлігін – иірім бөлігі деп атайды. Турбиналық камераның иірім бөлігінің көлденең кесіндісінің ауданы кіре беріс кесіндіден тіске дейін су шығыны біртіндеп азаю нәтижесінде кішірейеді де, радиусы азаяды. Тұтас құйылған немесе тұтастай балқытып біріктірген металды турбина камералары диаметрі $D_1 < 2,5$ м турбиналарда кездеседі. Металды турбина қабырғаларының қалыңдығы гидравликалық екпінді соққы мөлшерімен қоса есептелген судың ішкі қысымына келесі шарттың орындалумен есептеледі:

$$P_{\text{max}} d \leq 1100 \div 1300,$$

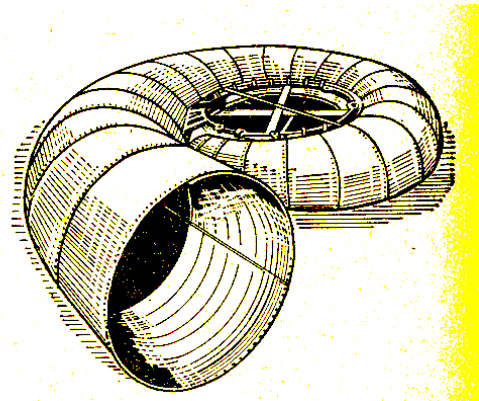
мұнда P_{max} – гидравликалық екпінді соққы қысымымен қоса есептелген максималды қысым, МПа;

d - кіре беріс кесіндінің диаметрі, см.

($v_{\text{вых}} = 20 \div 40$ м/с) ең кіші гидравликалық кему мөлшерімен қысым энергиясына (тегеуірінге) айналдыру (6.5 сурет);

- көп сатылы насостарда бірінші жұмыстық доңғалақтан шығатын суды келесі доңғалаққа біркелкі жеткізу талаптары қойылады.

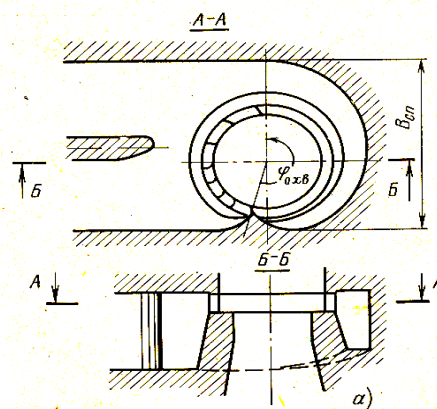
Турбиналық камералар ашық қосымша қысымсыз және жабық қосымша қысымды болып бөлінеді. Ашық турбина камералары кішігірім тегеуіріні $H < 6,0$ м, жұмыстық доңғалағының диаметрі $D_1 < 1,6$ м құратын су электр стансаларында орын алады (6.1 сурет). Ал тегеуіріні жоғары турбиналарда жабық иірімді камералар; тегеуіріні $H = 4 \div 80$ м дейін бетон және темірбетон, тегеуіріні $H = 40 \div 700$ м



9.3. Сурет. Турбинаның металды иірімді камерасының жалпы көрінісі

Металды турбиналық камералардың қабырғаларының максималды қалыңдығы 40 мм дейін болады.

Бетонды турбина камералары (3.2 сурет, 9.4 сурет) көлденең кесіндісі трапеция тәріздес болып иірімнің қамту бұрышы $\varphi_{\text{камт}} = 180 \div 270^\circ$. Су электр стансаларының тегеуіріні неғұрлым жоғары болса, иірімнің қамту бұрышы соғұрлым үлкен болады (9.5 сурет). Гидравликалық энергияның кему тұрғысынан қарағанда иірімнің ең тиімді қамту бұрышы $\varphi_{\text{камт}} = 180^\circ$ болады. Иірімді камералардың өлшемдері, әсіресе камераның ені $V_{\text{сп}}$ су электр стансасының жер асты (табаны) бөлігінің мөлшеріне үлкен әсер етеді, сондықтан СЭС жұмыс көлеміне және қажетті қаржы көрсеткіштеріне тікелей себеп болады. $V_{\text{сп}}$ мөлшері неғұрлым кіші болса су электр стансасының ғимаратының мөлшерлері соғұрлым аз болады.



9.4. Сурет. Турбинаның бетонды иірімді камерасы

Турбиналық камералардың гидравликалық есептемесі.

Статордың және бағыттаушы аппараттың (БА) барлық шеңберлік периметрімен турбинаның ағынды су шығынының жұмыстық доңғалаққа түсуі бастапқы сөзсіз қабылданған шарт болады. Бетонды турбиналық камераның есептемесі келесі тіртіппен орындалады:

- график бойынша (9.5 сурет) камераның қамту бұрышы таңдап алынады;

- кесте деректері бойынша [1 қос. оқулық, пар. 180] бағыттаушы аппарат биіктігі b_0 және статор диаметрі жұмыстық доңғалақтың диаметріне D_1 сәйкес айқындалады;

- турбинаның белгілі ағынды су шығынын Q_T бойынша иірімнің кіре беріс кесіндісіндегі ағынды су шығыны $Q_{\text{кіру}}$ есептеледі:

$$Q_{\text{кіру}} = \frac{Q_T \varphi_{\text{камт}}}{360} \quad \text{м}^3 / \text{с};$$

- иірімді камераның кез-келген қамту бұрышы φ - ге сәйкес кесіндісіндегі ағынды су шығыны Q_φ есептеледі:

$$Q_\varphi = \frac{Q_T \varphi}{360} \quad \text{м}^3 / \text{с};$$

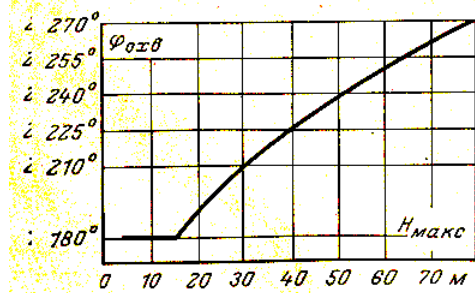
- иірімнің кіре беріс кесіндісіндегі судың қозғалыс жылдамдығы белгіленеді: $v_{\text{кіру}} = k_c \sqrt{H}$ м/с, мұнда k_c - жылдамдық коэффициенті, $k_c = 0,6 \div 1,0$ (тегеуіріні $H = 300$ м болғанда $k_c = 0,6$, ал тегеуірін $H = 3 \div 10$ м болғанда $k_c = 1,0$).

H – турбина тегеуіріні, м;

- иірімнің кіре беріс кесіндісінен 0-0 тіске дейінгі ұзындық бойында судың қозғалыс жылдамдығының тұрақтылық заңын қабылдаймыз, $v_u = \text{const}$ (9.6 сурет);

- иірімнің кіре беріс кесіндісінің сызбасын қабылданған масштабпен $\delta = 15 \div 20^\circ$, ал $v/a = 2 \div 2,5$ деректеріне сүйене отырып сызамыз.

Бұдан ары турбина камерасының есебі графикалық тәсілмен жүргізіледі. Кіре беріс кесіндісінің сызбасында кездейсоқ көлденең кесінділер тағайындалады да, олардың өз иірім бұрыштарына φ сәйкес радиустары анықталады.

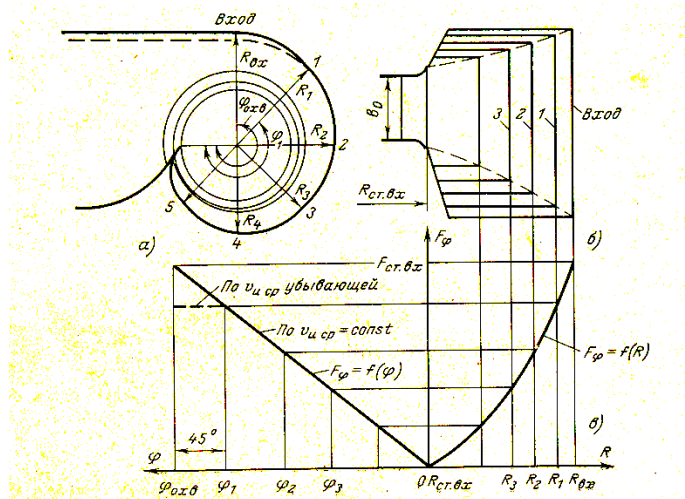


9.5. Сурет. Турбинаның иірімді камераларының қамту бұрышының графигі

Металды иірімді камералардың өлшемдері, көлденең кесіндісі дөңгелек болғандықтан, келесі жолмен біршама жеңіл есптеледі: әртүрлі иірім бұрыштарының φ мөлшерін еркін қабылдап аламыз да, әр бұрышқа φ өзіне сәйкес иірім кесіндісінің ауданын және радиусын келесі формуламен шығарамыз:

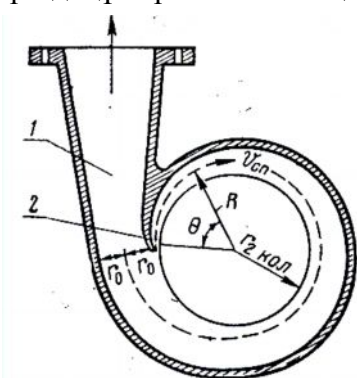
$$\omega_{\varphi} = \frac{Q_{\varphi}}{v_{\text{кпр}} 360}, \quad \text{м}^2$$

$$R_{\varphi} = \sqrt{\frac{\omega_{\varphi}}{\pi}}, \quad \text{м.}$$



9.6. Сурет Бетонды иірімді камераның гидравликалық есептеме схемасы

Центрден тепкішті насостарда жұмыстық доңғалақтан шыққан сұйық иірімді камераға насос шығарымына ұйытқытылады да, конус тәріздес шыға беріс келте құбырдан өтіп, тегеуірінді құбырға бағытталады (9.7 сурет).



Сурет. Насостың су шығару иірім камерасы 1- диффузор; 2 – иірім тілі.

жылдамдықтың моментінің тұрақтылығы және насостың ағынды су шығынының Q_n иірімнің қамту бұрышына θ пропорционалдығы шартымен анықталады.

Көп сатылы насостарда суды кезекті сатығы жеткізу үшін бағыттаушы аппараттар(БА) қолданылады.

Насос иірімді камерасының өне бойындағы көлденең кесінділердің ауданы турбинадағыдай орташа қозғалыс жылдамдығының тұрақтылық заңымен есптеледі. Иірімді камераның шыға беріс кесіндісі диффузор 1 келте құбырына ауысады. Бұл диффузордың ұзын бойында сұйық ағымының орташа жылдамдығы біртіндеп азаяды, сондықтан диффузорда кинетикалық энергияның бір бөлігі қосымша қысым энергиясына айналады.

Насостың иірімді камерасының көлденең кесінді аудандарының біртіндеп ұлғаю теориясымен есептеу әдісі көп тараған. Насостың иірімді камерасындағы сұйықтың қозғалысы

[Негіз. 82 – 93, 217 – 218.]; [1қосым. 173 – 185, 354 - 356.]; [2қосым. 49 – 59.];

[4қосым. 61 – 63.].

Бақылау сұрақтары.

1. Турбина камерасы деп нені атайды?
2. Турбина камераларының негізгі міндеті?
3. Насос шығарымы дегеніміз не?
4. Насос шығарымының негізгі міндеті?
5. Ашық турбина камералары қандай жағдайда пайдаланылады?
6. Қандай жағдайда жабық турбина камералары пайдаланылады?
7. Турбина камераларының иірімдерінің қамту бұрышы дегеніміз не?
8. Насостың иірімді камерасының қамту бұрышы нені көрсетеді?
9. Металды иірімді турбина камераларының қолдану шарттары қандай?
10. Бетонды және темірбетонды турбина камераларының қолдану шарттары қандай?

11. Иірімді камералардың гидравликалық есептемесінің бастапқы шарты қандай?
12. Турбина иірімді камераларын гидравликалық есептеуге қандай деректер қажет?
13. Иірімді турбиналық камераның кіре беріс кесіндісінің ағынды су шығыны қалай есептеледі?
14. Иірімді турбиналық камераның кіре беріс кесіндісінің су қозғалыс жылдамдығы қалай айқындалады?
15. Турбина және насостың иірімді камераларын есептеуде қандай су қозғалысының жылдамдық заңдылығы пайдаланылады?
16. Иірімді турбиналық камераның есебінің талдау-сызықты тәсілінің кезек тәртібі қандай?
17. Турбина камерасының қандай өлшемі су электр стансасының мөлшеріне әсер етеді?
18. Насостардың иірімді камераларының шыға берісінде неліктен диффузор қолданылады?

10 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғылардың сорғыш құбырлары.

Дәріс конспектісі

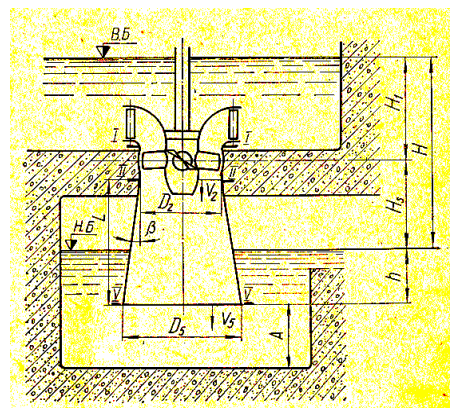
1. Су пәрменді қондырғылардың сорғыш құбырларының қолдану мақсаты.
2. Сорғыш құбырлар түрлері.
3. Сорғыш құбырларды сұрыптау.
4. Насостардың сорғыш құбырлары.

Реактивтік турбиналардың барлық түрі суды сорып шығару құбырларымен, ал центрден тепкішті және осьті насостар – сорып алу құбырларымен жабдықталады. Егер турбинада сорып шығару құбыры жұмыстық доңғалақтан шыққан суды төменгі бьефке әкетуге арналса, ал насостарда керісінше -төменгі бьефтен суды жұмыстық доңғалаққа сорып алуға арналған. Осы ерекшеліктерін ескере отырып келешек мәтіндерде сорып шығару және сорып алу құбырларын жалпы атпен „сорғыш құбырлар” деп атаймыз.

Турбиналардың сорғыш құбырларының қолдану мақсаттары:

- турбинаның жұмыстық доңғалағынан суды төменгі бьефке ретті жолмен әкетуді қамтамасыз ету;
- турбинаның жұмыстық доңғалағынан шығатын судың кинетикалық энергиясының бөлігін қайтара пайдалану;
- турбинаның жұмыстық доңғалағын төменгі бьеф деңгейінен жоғары H_s орналастыруда тегеуірінді кемітпей қамтамасыз ету (10.1 сурет).

Турбинаның жұмыстық доңғалағынан шыға берістегі су ағымының кинетикалық энергия мөлшері турбина түрлеріне, айналым жылдамдық коэффициентіне (n_s), су өтімділік қабілетіне байланысты. Жылдам айналымды радиалды-осьтік (РО) турбиналарда жұмыстық доңғалақтан шыға берістегі энергия толық тегеуіріннің H 11%-ін, ал бәсең айналымды айналмалы қалақшалы турбиналарда (ПР, ПЛ) - 53% - не дейін құрады. Егер турбинада сорғыш құбыр болмаған жағдайда жұмыстық доңғалақтан шыққан энергия пайдаланусыз қалып турбина пайдалы әсер коэффициентін төмендетуге әкеліп соғатыны сөзсіз. Сорғыш құбырдың жұмыстық доңғалақтан шыққан энергияның бөлігін қайтара пайдалануды қамтамасыз етуі өте маңызды роль атқарады. Турбинаның сорғыш құбырларының тиімділігін анықтау үшін жұмыстық доңғалақтың сорғыш құбырсыз және сорғыш құбырмен жұмыс істегендегі тегеуірінді H пайдалану дәрежесінің салыстырмалы көрсеткіштерін зерттеу қажет.



10.1. Сурет. Турбинаның конустық сорғыш құбырының схемасы.

Жұмыстық доңғалаққа кіре берістегі меншікті энергия мөлшері (10.1 сурет, I-I кесінді):

$$E_1 = \frac{p_a}{\rho g} + H_1 + H_s - h_{кему}$$

мұнда H_s – сорғыш биіктігі (жұмыстық доңғалақтың төменгі бьеф деңгейімен салыстырмалы биіктігі) м;

$h_{кему}$ – I-I кесіндіге дейінгі энергияның гидравликалық кему мөлшері, м.

Жұмыстық доңғалақтан шыға берістегі меншікті энергия мөлшері (10.1 сурет, II-II кесінді):

$$E_2 = \frac{p_2}{\rho g} + H_s + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g},$$

Жұмыстық доңғалақта пайдаланатын энергия мөлшері ΔE келесіге тең болады:

$$\nabla E = E_1 - E_2 = \frac{p_a}{\rho g} + H_1 - \frac{p_2}{\rho g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h_{кему},$$

Сорғыш құбыр болмаған жағдайда жұмыстық доңғалақтан кейінгі қысым атмосфералық қысымға тең болғандықтан ($p_2 / \rho g = p_a / \rho g$) жоғарыдағы формула келесі түрде жазылады:

$$\nabla E = E_1 - E_2 = H_1 - \left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h_{кему} \right),$$

демек, сорғыш құбырды қолданбаған жағдайда толық статикалық тегеуіріннің тек жоғарғы бьеф пен жұмыстық доңғалақ осінің белгілерінің айырмасын құрытын бөлігі ғана пайдалы болады. Сонымен, жұмыстық доңғалақтан шыққан кинетикалық энергия пайдасыз жоққа шығады, ал төменгі бьеф деңгейінен жұмыстық доңғалақтың осіне дейінгі тегеуірін пайдаланусыз қалады.

Сорғыш құбырды қолданған жағдайда жұмыстық доңғалақтан кейінгі қысым $p_2 / \rho g$ II-II және V-V кесінділеріне (10.1 сурет) құрылған Д. Бернулли теңдеуімен есептеледі:

$$\frac{p_2}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - H_s - \left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h_{ск} - \frac{\alpha_5 v_5^2}{2g} \right)$$

мұнда $h_{ск}$ – сорғыш құбырдағы энергия кему мөлшері.

Жақшаның ішіндегі формула динамикалық қысым бәсеңдеу деп аталады да h_D болып белгіленеді. Сонда:

$$\frac{p_2}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} - H_s - h_D \quad (10.1)$$

Сонымен, шыға берісіне біртіндеп кеңейтілетін ($D_5 > D_2$) сорғыш құбырды пайдаланған жағдайда жұмыстық доңғалақтың астындағы қысым атмосфералық қысымнан статикалық H_s және динамикалық h_D қысым бәсеңдеуіне төмен болады. Сорғыш құбырдың сапа сипаттамасы ретінде сорғыш құбырдың пайдалы әсер коэффициенті көрсеткіші енгізіледі. Ол келесі формуламен есептеледі:

$$\eta_{ск} = \frac{h_D}{\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}} = \frac{\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \left(\frac{\alpha_5 v_5^2}{2g} - h_{ск} \right)}{\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}} \quad (10.2)$$

Сорғыш құбырлардың пайдалы әсер коэффициенті ПӘК $\eta_{ск} = 0,65 \div 0,85$ аралығында болады. Егер $v_2 = v_5$, онда $\eta_{ск} = 0$. Сорғыш құбырлардың ролі айналмалы қалақшалы (ПР, ПЛ) төмен тегеуірінді су электр стансаларында басқалармен салыстырғанда біршама жоғары болады.

Насос қондырғыларының сорғыш құбырлары суды төменгі бьефтен жұмыстық доңғалақтың кіре беріс кесіндісіне тартып жеткізуге және вакуумметрлік сору биіктігін $H_{бак}$ құруға арналған (2.2 сурет, 2.6 формула). Төменгі бьефтен немесе суды пайдалану көзіндегі есептік су деңгейінен өлшенетін насостың геометриялық сору биіктігі $H_{г.с}$ 0-0 және I-I көлденең кесінділеріне құрылған Д. Бернулли теңдеуімен табылады (10.2 сурет):

$$\frac{p_a}{\rho g} + \frac{v_0^2}{2g} = \frac{p_1}{\rho g} - H_{г.с} + \frac{v_1^2}{2g} + h_{ск},$$

мұнда $h_{ск}$ - насостың сорғыш құбырындағы энергия кему мөлшері. Суды пайдалану көзіндегі жылдамдық v_0 көпшілік жағдайда өте аз мөлшерлі болғандықтан есептің дәлдігіне өте аз әсер етеді. Сондықтан v_0 қатысты теңдеу мүшесін ескермеуге болады. Демек,

$$H_{г.с} = \frac{p_a - p_1}{\rho g} - \frac{v_1^2}{2g} - h_{ск} = H_{вак} - h_{ск} \quad (10.3)$$

Әрбір насос паспорт құжаттарында көрсетілетін шектеулі вакууметрлік сору биіктігімен сипатталады. Сонда:

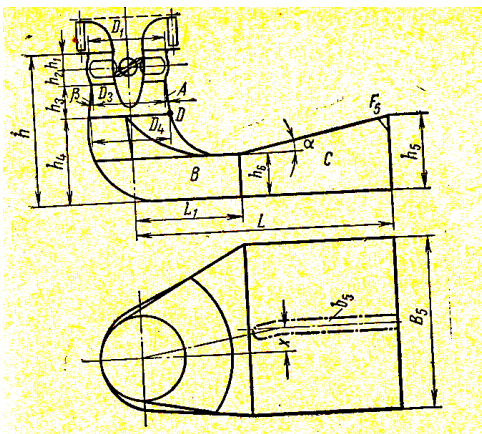
$$H_{г.с}^{шек} = H_{вак}^{шек} - h_{ск} \quad (10.4)$$

Жұмыстық доңғалақтың төменгі бьефтегі немес суды пайдалану көзіндегі су деңгейінен орнату биіктік белгісі геометриялық сору биіктігіне байланысты болады. Сонымен, насос қондырғысының сорғыш құбырдағы гидравликалық энергия кемуі неғұрлым көп болса, геометриялық сору биіктігі соғұрлым аз болады. Сондықтан, насос қондырғысының сорғыш құбырында ең аз гидравликалық кему болатындай етіп жобалау қажет. Демек, сорғыш құбыр ең қысқа және кіре берісіндегі гидравликалық кемуі ең аз вариантпен жобаланады.

Су пәрменді қондырғыларда (турбина және насос) екі түрлі сорғыш құбырлар қолданылады:

- тік осьті конусты сорғыш құбырлар (10.1 сурет)
- иілген сорғыш құбырлар (10.3 сурет)

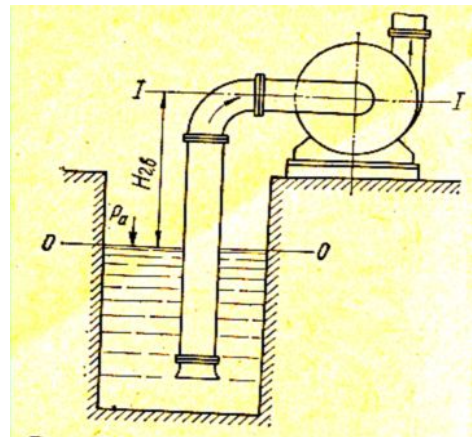
Тік осьті конусты сорғыш құбырлар жұмыстық доңғалақтың диаметрі РО турбины үшін - $D_1 \leq 2,0$ м, ПЛ турбины үшін - $D_1 < 1,6$ м болатын кіші-гірім турбиналарда қабылданады. Бұл сорғыш құбырлардың конустық бұрышы β ұзындығы L -дің диаметрі D_1 -ге қатынасына ($L: D_1$) байланысты белгіленеді. Тәжірибе жүзінде сорғыш құбырдың ұзындығы $L = (2 \div 3) D_1$ шамада тандалады.



10.3. Сурет. Турбинаның иілген сорғыш құбыры

қолданылады. Су пәрменді қондырғылардың сорғыш құбырларының гидравликалық теориялық есептемелері болмағандықтан, олардың өлшемдері зауыт зертханаларында зерттеу нәтижесінде айқындалады.

Иілген сорғыш құбырлардың турбиналарда мөлшерлері жұмыстық доңғалақтың диаметрінің D_1 үлесімен берілген №4 бүгілмесін қолдану ұтымды болады (10.3 сурет).



10.2. Сурет. Насосың сорғыш құбырының схемасы

Тік осьті құбырлар үлкен және орташа турбиналарды су электр стансаларында жер асты бөлігін (табанын) тереңдетуді талап ететіндіктен, олардың құрылыс қаржысын ұлғайтатындықтан, қолдану таппайды.

Центрден тепкішті насос қондырғыларында диаметрі насосың кіре беріс келте құбырының диаметріне тең тік осьті металды сорғыш құбырлар қолданылады (10.2 сурет).

Иілген сорғыш құбырлар тәжірибеде барлық үлкен вертикалды орналасқан радиалды-осьтік (РО), айналмалы қалақшалы (ПР, ПЛ) турбиналарда, сондай-ақ центрден тепкішті және қалақшалы насостарда

Турбиналар	h	L	B ₅	H ₅
РО	2 ÷ 2,8	4,0 ÷ 4,5	2,4 ÷ 3,4	1,0 ÷ 1,2
ПЛ (ПР)	1,9 ÷ 2,6	3,4 ÷ 4,5	2,2 ÷ 3,4	1,2 ÷ 0,9

Мысалы, иілген сорғыш құбырдың биіктігі РО турбина үшін $h = (2 \div 2,8) D_1$ шамасына тең болады

Насосардың сорғыш құбырларының жұмыстық доңғалақтың үлесімен D_1 берілген мөлшерлері әр насостың конструкциясына байланысты көрсетіледі. Диаметрі $D_1 < 1,0$ м насостарда тік бұрышты сорғыш құбырлар (10.2 сурет) қолдану табады, ал үлкен насостарда иілген сорғыш құбырлар қолданылады.

[1осн. 93 - 101.]; [1доп. 137 – 155, 378 - 381.]; [2доп. 59 – 69, 113 – 114.].

Бақылау сұрақтары.

1. Турбиналардың сорғыш құбырларын қолдану мақсаттары қандай?
2. Насостардың сорғыш құбырларын қолдану мақсаттары қандай?
3. Турбинаның жұмыстық доңғалағының шыға берісіндегі динамикалық қысым бәсеңдеу дегеніміз не?
4. Турбинада сорғыш құбыры болмаған жағдайда қандай энергия мөлшері пайдаланбай қалады?
5. Турбинаның сору биіктігі дегеніміз не?
6. Неліктен турбинаның сорғыш құбырының шыға беріс көлденең кесінді ауданы жұмыстық доңғалақтан кейінгі көлденең кесінді ауданынан үлкен болады?
7. Сорғыш құбырдың пайдалы әсер коэффициенті дегеніміз не?
8. Насостың геометриялық сору биіктігі дегеніміз не?
9. Насостың вакуумметрлік сору биіктігі дегеніміз не?
10. Сорғыш құбырлардың қандай түрлері бар?
11. Турбиналардың тік осьті конусты сорғыш құбырлары қандай жағдайларда қолдану табады?
12. Насос қондырғысын сорғыш құбырсыз пайдалануға бола ма?
13. Қандай жағдайларда су пәрменді қондырғыларда иілген сорғыш құбырлар пайдаланады?

11 дәріс тақырыбы. Турбиналар мен насостардағы кавитация құбылысы.

Сору биіктігін анықтау.

Дәріс конспектiсi

1. Су ағымындағы кавитация құбылысының физикалық түсініктемесі.
2. Су пәрменді қондырғыларға кавитацияның әсері.
3. Гидротурбина қондырғыларындағы кавитация әсеріне қарсы шаралар.
4. Насос қондырғыларындағы кавитация әсеріне қарсы шаралар.

Сұйық ішіндегі немесе сұйық ағатын қабырға бетіндегі жергілікті (нүктелі) сұйық көлемінің газды тұрғыға айналуын кавитация деп атайды. Кавитация кезінде сұйық ағымында cavitas деп аталатын кеуектер (каверналар мен көпіршіктер) пайда болады. Кавитация құбылысы осы кеуектерден аталған. Кавитацияның екі фазасы болады: біріншіден, су ағымының ішінде қысым мөлшері судың жергілікті көлемі буға айналу қысымына дейін кішірейгенде (қаныққан бу қысымы) су құрамындағы еріген ауа кеуек (каверна, көпіршік) ішіндегі буға айналады; екіншіден, судың ағымымен кеуектер қысымы жоғары зонаға ауысқанда сарт етіп жабылады. Сондықтан кавитация құбылысы қаныққан бу қысымына $P_{кб} / \rho g$ сәйкес судың температурасына байланысты болады (11.1 кесте)

Қаныққан бу қысымы $P_{кб} / \rho g = 10,33$ м су бағанасына немесе 1 атмосфераға тең болғанда суда кеуектер (каверналар) судың температурасы $t^0 = 100^0C$ болғанда пайда болады, демек су қайнайды. Қаныққан бу қысымы $P_{кб} / \rho g = 1,26$ м су бағанасы немесе 0,12 атмосфераға тең болғанда суда кеуектер судың температурасы $t^0 = 50^0C$ болғанда пайда болады, демек су

Судың температурасы, $t^{\circ}C$	$5^{\circ}C$	$10^{\circ}C$	$20^{\circ}C$	$50^{\circ}C$	$70^{\circ}C$	$80^{\circ}C$	$90^{\circ}C$	$100^{\circ}C$
Қаныққан бу қысымы, $\frac{P_{кб}}{\rho g}$, м су бағанасы	0,09	0,12	0,24	1,26	3,18	4,83	7,15	10,33

қайнайды. Техникада бұны суық судың қайнауы деп те атайды. Әдеттегі жағдайларда судың температурасы $10^{\circ} \div 20^{\circ} C$ аралығында болғанда кавитацияның пайда болу шарты су ішіндегі жергілікті қысымның $P_{кб}/\rho g$ $0,02 \div 0,03$ атмосфераға дейін төмендеуі болып табылады. Жергілікті қысымның мұндай төмендеуі су ағымының жоғары жылдамдығы кезінде пайда болады. Д. Бернулли теңдеуінен $Z = 0$ болғанда бір кесіндінің өте жақын маңайында келесі формуланы жаза аламыз

$$\frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g} = const \quad (11.1)$$

Егер су ағымының жылдамдығы ұлғайса, онда судағы қысым азаяды, тек осы шарт сақталғанда ғана 11.1 теңдеу дұрыстығы бұзылмайды.

Кеуектер сарт жабылар кезде айналасындағы су өте жоғары жылдамдықпен олардың ортасына бағытталады да кеуектердің қабыршықтары су бөлшектерінің соқтығысуымен гидравликалық екпінді соққымен қабысады. Кеуектер сарт жабылғанда ішіндегі қысымның мөлшері 1500 атмосфераға дейін, немесе 15000,0 м су бағанасына дейін күрт көтеріледі.

Су пәрменді қондырғыларға кавитация келесідей әсер етеді:

- гидравликалық энергия кемуі жоғары дәрежеге көтеріліп қондырғылардың пайдалы әсер коэффициенті кенет төмендеуімен қатар ағынды су шығыны азаяды;
- су пәрменді қондырғыларда қатты шу мен діріл пайда болады;
- кавитация зоналарында қондырғылардың бет аудандарының кеуектеніп тозу процесіне әкеліп соғады. Металдың кеуекті тозу қарқыны жылына $10 \div 40$ мм тереңдікке дейін жетеді. Кавитация су пәрменді қондырғылардың (турбина және насос) пайдалану және энергетикалық көрсеткіштерін күрт төмендетеді, оларды физикалық тоздырады, шу мен дірілдің себебі болады, демек қондырғыларды нормаға сәйкес пайдалануға қауіпті және болдырмайтын құбылыс болып есептеледі. Кавитацияны болдырмау нәтижелі шарасы су пәрменді қондырғылардың жұмыс жағдайларын кавитация құбылысы орын алмайтындай етіп жобалау жатады. Бұл шарттар келесі түрде белгіленеді:

- гидравликалық турбиналар үшін (10.1 сурет) $\frac{P_2}{\rho g} > \frac{P_{кб}}{\rho g}$ (11.2)

- насостар үшін (10.2 сурет) $\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} > \frac{P_{кб}}{\rho g}$ (11.3)

гидравликалық турбиналарға 11.2 теңдеуге $p_2/\rho g$ мағынасын 10.1 теңдеуден орнына қойғаннан кейін келесі формуланы аламыз:

$$\frac{P_{кб}}{\rho g} > \frac{P_a}{\rho g} - H_s - h_d,$$

мұнда h_d – турбинаның шыға беріс кесіндісіндегі динамикалық қысым бәсеңдеуі (атмосфералық қысымнан аз болады), м. Қысым бәсеңдеуінің h_d турбинаның тегеуірініне H қатынасын ($h_d/H\sigma$) турбинаның кавитация коэффициенті σ деп атайды. Кавитация коэффициенті тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде айқындалады және турбинаның техникалық паспорттың келтіріледі. Атмосфералық қысым нақтылы турбинаның орнатылатын жердің геодезиялық биіктік белгісіне байланысты келесі формуламен

есептеледі:

$$\frac{P_a}{\rho g} = 10 - \frac{V}{900}, \text{ м}$$

мұнда ∇ - гидравликалық турбинаның төменгі бьефтегі геодезиялық биіктік белгісі, м. Сонда, гидравликалық турбинаның сору биіктігі келесіге тең болады:

$$H_s = 10 - \sigma H - \frac{\nabla}{900} H_s \quad \text{м.} \quad (11.4).$$

Гидротурбина қондырғыларында H_s мағынасы төменгі тәртіппен белгіленеді:

- радиалды-осьті (РО) вертикал турбиналарда – төменгі бьефтің деңгей белгісінен бағыттаушы аппараттың (БА) төменгі жиегіне дейін;
- радиалды-осьті (РО) горизонтал турбиналарда – төменгі бьефтің деңгей белгісінен сорғыш құбырдың ең жоғарғы нүктесіне дейін;
- қалақшалы (ПР, ПЛ) вертикаль турбиналарда – төменгі бьефтен жұмыстық доңғалақтың қалақшаларының осіне дейін.

Насос қондырғыларында кавитация қысым төмендейтін, насостың кавитациялық зонасы деп аталатын, жұмыстық доңғалаққа кіре берісте доңғалақ қалақшаларында орын алады. Насостағы кавитация өзінің шуымен, насос агрегатының дірілімен оңай танылады. Сонымен қатар, кавитация кезінде насостың ағынды су шығыны, тегеуіріні және пайдалы әсер коэффициенті төмендейді.

Насостағы кавитацияны болдырмау шаралары турбиналардағыдай насостың сору биіктігін дұрыс айқындаумен орындалады (10.2 сурет). Насостағы кавитацияның болмау негізгі шарты кавитациялық зоналардағы қосынды энергия артықшылығы Δh насоспен қотарылатын судың температурасына байланысты қаныққан бу энергиясынан төмен болмауы, демек:

$$\Delta h = \left(\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \right) - \frac{p_{кб}}{\rho g},$$

Δh артықшылығы насостың кавитациялық қосымша артық сенімділігі деп аталады. Насостың кавитациясыз жұмысын қамтамасыз ету үшін қосымша артық сенімділігін ескере отырып насосты шекті геометриялық сору биіктігінен $H_{гс}^{шек}$ жоғары орнатуға болмайды. Сонда:

$$H_{гс}^{шек} = H_{вак}^{шек} - h_{ск} - \Delta h_{шек}, \quad \text{м} \quad (11.5)$$

мұнда $\Delta h_{шек}$ – шекті кавитациялық қосымша артықшылық, насос каталогтарында немесе паспорттағы насос сипаттамаларында келтіріледі:

$H_{вак}^{шек}$ – насостардың паспорт құжаттарында беріледі;

$h_{ск}$ – сорғыш құбырдағы гидравликалық кему мөлшері, гидравликалық есептеу нәтижесінде анықталады.

Насостарда кавитацияны болдырмау үшін:

- неғұрлым аз мөлшерлі сору биіктігін қабылдау;
- неғұрлым қысқа және жергілікті гидравликалық кедергілері аз, соның салдарынан гидравликалық кемуі кіші сорғыш құбырларды пайдалану;
- центрден тепкішті насостардың сорғыш құбырына қосымша өзекті шапшыту насосын жалғау.

[1негіз. 101 – 109 .]; [1қосым. 156 – 172, 377 – 382 .]; [2қосым. 69 – 73, 113 – 114 .].

Бақылау сұрақтары.

1. Кавитация дегеніміз не?
2. Су ағымындағы кеуектердегі қаныққан бу қысымы дегеніміз не?
3. Кеуектердегі (каверналардағы) қаныққан бу қысымының мөлшері неге байланысты?
4. Жергілікті қысымның төмендеуі су ағымының жылдамдығына қалай байланысты?
5. Атмосфералық қысым жердің геодезиялық биіктік белгісіне қалай байланысты?
6. Кавитация су пәрменді қондырғыларға қандай зиян келтіреді?
7. Турбиналарда кавитация болмау үшін қандай шарттарды сақтау керек?
8. Насостарда кавитация болмау үшін қандай шарттарды сақтау керек?
9. Гидротурбинаның кавитациялық коэффициенті нені көрсетеді?
10. Гидротурбинаның сору биіктігі қалай айқындалады?
11. Насостың кавитациялық қосымша артықшылығы дегеніміз не?

12. Насостың геометриялық сору биіктігі қалай айқындалады?
13. Гидротурбина қондырғыларының әртүрлі схемаларында сору биіктігі қалай орналастырылады?
14. Насос қондырғыларының әртүрлі схемаларында геометриялық сору биіктігі қалай орналастырылады?

12 дәріс тақырыбы. Гидравликалық турбинаның негізгі параметрлерін және жұмыстық доңғалақтың түрін таңдау.

Дәріс конспектісі.

1. Турбинаны таңдауға қажетті бастапқы деректер.
2. Гидротурбиналар номенклатурасы.
3. Турбинаның жұмыстық доңғалағын таңдау.
4. Турбинаны таңдау және негізгі параметрлерін анықтау тәртібі.

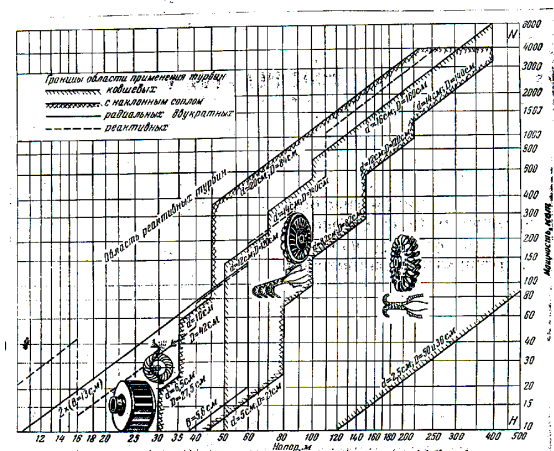
Гидротурбинаны таңдауға қажет бастапқы деректер:

- жобалатын су электр стансаларының (СЭС) жоғарғы бьефтегі және төменгі бьефтегі су деңгейлерінің геодезиялық (абсолюттік) белгілері, м.
- максималды, минималды, орташа және есептемелік (H_{max} ; H_{min} ; $H_{орт}$; $H_{есеп}$) тегеуіріндер, м.
- су электр стансасының орнатылған қуаты ($N_{орн}^{СЭС}$), КВт.

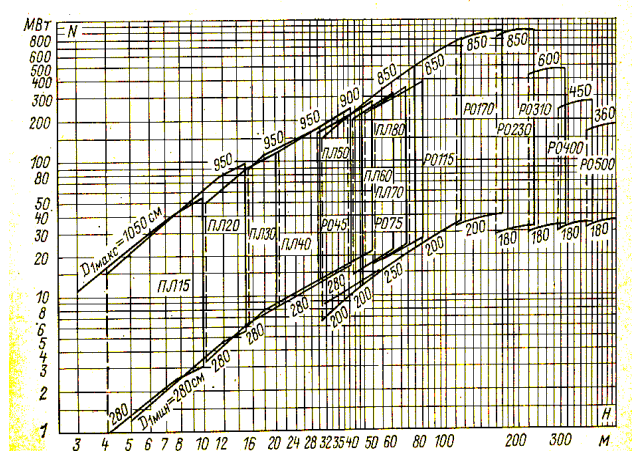
Жоғарыдағы деректер төмендегі су электр стансаларының (СЭС) экономикалық және энергетикалық көрсеткіштерін, өзен суының деректерін арнайы ізденіс және есептеу негізінде айқындалады. Бұл арнайы ізденіс пен есептемелерге төмендегілер жатады:

- а) су энергиясы көзінің гидрологиялық есептемесі. Негізгі есептік ағынды су шығыны анықталады;
- б) су энергиясы көзінің ағынын реттеу есептемесі. Негізгі есептік реттелген ағынды су шығыны анықталады;
- в) жобалатын су электр стансасының су-энергетикалық есептемесі. Негізгі есептік тегеуіріндер мен орнатылған қуат анықталады.

Гидротурбинаны таңдау осы бастапқы деректерді қолдана отырып, гидротурбина номенклатурасы арқылы іске асырылады. Гидротурбина номенклатурасы есептілік тегеуіріні (H) және турбина қуатына (N) байланысты әртүрлі типті турбиналардың қолдану облыстарының шекарасын көрсететін турбиналардың қолдану облыстарының жинақ графигі болады. Тәжірибе жүзінде кездесетін 1 м ден 500 м дейінгі тегеуірін мөлшерлері реактивті турбиналар: Френсис турбины (Ф); радиалды-осьтік (РО), айналмалы қалақшалы турбиналар (ПЛ) турбиналар; Каплан турбины (К) және активті бақырлы турбиналармен қамтамасыз етіледі (12.1 сурет).



12.1. Сурет. Активті турбиналардың пайдалану облысының жинақ графигі (номенклатурасы)



12.2. Сурет. Реактивті турбиналардың пайдалану облысының жинақ графигі (номенклатурасы)

Гидравликалық турбиналар кіші, орташа және үлкен болып бөлінеді. Кіші турбиналар деп диаметрі $0,5 \div 1,2$ м, қуаты 1000 КВт дейінгі турбиналарды атайды. Орташа турбиналарға – диаметрі $1,6 \div 2,5$ м, қуаты 2000 КВт аспайтын турбиналар жатады. Бұдан жоғары көрсеткішті турбиналар үлкен турбиналар деп аталады. Гидротурбина номенклатуралары турбина жасап шығаратын зауыттармен орташа және үлкен турбиналардың модельдеріне, ал кіші турбиналардың нақты өздеріне энергетикалық және кавитациялық эксперимент жүргізу нәтижесінде кіші, орташа және үлкен гидравликалық турбиналардың (12.1 сурет, 12.2 сурет), сондай-ақ Мини СЭС-тердің өте кіші турбиналарының қолдану облыстарының жинақ графигі тұрғызылады. Бұған қосымша эксперименталдық зерттеу нәтижелері турбиналарды қолдану облыстары ж.т.б. деректерді кесте түрінде бейнелейді. Турбинаның түрі (типi) есептік тегеуірін (H_{\max}) және қуатқа байланысты қолдану облыстарының жинақ графигінен таңдап алынады.

Есептік тегеуірін келесі формуламен анықталады:
$$H_{\text{есеп}} = \frac{2H_{\max} + H_{\min}}{3}, \text{ м.}$$

Турбинаның есептік қуаты тағайындалады:
$$N_T = \frac{N_{\text{орн}}^{\text{СЭС}}}{m\eta_{\text{ген}}}, \text{ КВт}$$

мұнда $N_{\text{орн}}^{\text{СЭС}}$ – су электр стансасында орнатылған қуат, «Су энергиясын пайдалану» пәнінде өтетін су-энергетикалық есептеме бойынша анықталады.

m – турбина саны, кіші су электр стансаларында 2-ден кем болмайды, ал орташа, үлкен су электр стансаларында есептік түрде айқындалады.

$\eta_{\text{ген}}$ – генератордың пайдалы әсер коэффициенті, ($\eta_{\text{ген}} = 0,96 \div 0,99$).

Гидравликалық турбиналарды таңдау келесі тәртіппен жүргізіледі:

1. Максималды тегеуірін (H_{\max}) және турбина қуаты (N_T) сандарына байланысты жинақ графигінен турбинаның түрі таңдалынады (12.1 сурет, 12.2 сурет). Турбинаның түрі тегеуірін мен қуаттың жинақ графигінде қыйылысқан нүктесіне сәйкес қабылданады.

2. Таңдап алынған турбина түріне кесте деректерімен немесе турбинаның бас универсал сипаттамасымен (8.1 сурет) келтірілген ағынды су шығынының Q_1' максималды мөлшерін және келтірілген есептік айналым жиілігі анының n_1' мөлшерін тауып алады. n_1' мөлшері турбинаның бас универсал сипаттамасында пайдалы әсер коэффициентінің максималды зонасын кесіп өтетін горизонтал сызық сызу арқылы, ал Q_1' мөлшері пайдалы әсер коэффициентінің максималды зонасының оң жағынан қуаттың 5% қор сызығына дейінгі жерін анықтау арқылы табылады.

3. Турбинаның есептік ағынды су шығынын табамыз:
$$Q_T = \frac{N_T}{9.81H_{\text{есеп}}\eta_T},$$

мұнда η_T – турбина ПЭК, $0,86 \div 0,9$ аралығында қабылдауға болады.

4. Динамикалық ұқсастық формулаларымен таңдап алған турбина түрінің жұмыстық доңғалағының диаметрін D_1 анықтаймыз:
$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_T}{Q_1' \sqrt{H_{\text{есеп}}}}}, \text{ м,}$$

5. Турбинаның үйлесімді айналым жиілігін есептейміз:
$$n = n_1' \frac{\sqrt{H_{\text{есеп}}}}{D_1}, \text{ айн/мин.}$$

6. Турбина білігі мен генератордың білігі төтелей қысылуын ескере отырып турбинаның үйлесімді айналым жиілігін генератордың стандартты синхронды айналым жиілігіне сәйкестендіреміз (12.1 кесте).

7. Сору биіктігін H_s есептейміз:
$$H_s = 10 - \sigma H - \frac{\nabla}{900} H_s \text{ м,}$$

мұнда σ – кесте бойынша немесе бас универсал сипаттама бойынша қабылданатын кавитация коэффициенті.

р генератор жүп полюс саны	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	34	40	44
п,айн/мин айналым жиілік саны	750	500	375	300	250	214	187.3	166.7	150	125	107	88.3	75	68,2

8. Гидравликалық турбинаның таңдап алу дұрыстығын тексереміз. Ол үшін тегеуіріннің барлық үш түріне H_{\max} ; H_{\min} ; $H_{\text{есеп}}$ келтірілген айналым жиілігінің санын n_1' есептейміз:

$$n_{1\max}' = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{\max}}}; \quad n_{1\min}' = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{\min}}}; \quad n_{1\text{есеп}}' = \frac{nD_1}{\sqrt{H_{\text{есеп}}}}, \quad \text{айн/мин}$$

Турбинаның бас универсал сипаттамасында $n_{1\max}'$; $n_{1\min}'$; $n_{1\text{есеп}}'$ сәйкес үш горизонталь сызық сызамыз. Егер оң жағынан $Q_{1\max}$, үстінен $n_{1\max}'$, астынан $n_{1\min}'$ сызықтарымен шектелген зона турбинаның пайдалы әсер коэффициентінің максимал облысында жатса, онда турбина дұрыс таңдап алынған болып есептелінеді.

Осы есептемелердің нәтижесі бойынша Ресей (фирма СНТО ИНСЕТ, Санкт-Петербург; фирма МАГИ Москва), Украина фирмаларынан турбина сатып алу келісім шартын жасау қажет. Басқа мемлекеттерге турбинаға сұраныс берер алдында мұқият түрде гидрологиялық, су энергетикалық және электрэнергетикалық есептемелер жүргізіп қажетті турбиналардың пайдалану жағдайына сай түрлерінің көрсеткіштерін табу керек.

[1негіз. 149 – 162.]; [1қосым. 144 – 249.]; [2қосым. 82 – 89.].

Бақылау сұрақтары.

1. Гидротурбинаны таңдап алуға қандай бастапқы деректер қажет?
2. Бастапқы деректердің мәні қандай есептермен шығарылады?
3. Гидротурбина номенклатурасы дегеніміз не?
4. Френсис турбинының радиалды-осьтік (РО) турбиналар қолдану облыстары қандай?
5. Каплан турбинының (ПР, ПЛ) қолдану облыстары қандай?
6. Бакырлы турбиналардың қолдану облыстары қандай?
7. Қандай көрсеткіштермен турбиналар кіші, орташа, үлкен болып топталады?
8. Турбинаны таңдап алу жинақ графигу дегеніміз не?
9. Турбинаның жинақ графигінің көмегімен турбинаның түрі қалай таңдап алынады?
10. Турбинаның бас универсал сипаттамасы дегеніміз не?
11. Бас универсал сипаттамадан қандай деректер алынады?
12. Динамикалық ұқсастық формулалары немесе модельден нақты турбинаға қайта есептеу келтірілген формулалары нені көрсетеді?
13. Нақты турбинаның диаметрі қалай айқындалады?
14. Нақты турбинаның айналым жиілік саны қалай айқындалады?
15. Неліктен турбинаның айналым жиілік санын генератордың стандартты синхронды айналым жиілік санына тең қабылдау керек?
16. Сору биіктігі қалай есептеледі?
17. Турбинаның дұрыс таңдалып алынғанын тексеру есептемесі қалай жүргізіледі?
18. Турбинаның дұрыс таңдалып алыну критеріі қандай?

13 дәріс тақырыбы. Насос қондырғысының негізгі параметрлерін және жұмыстық доңғалақтың түрін таңдау

Дәріс конспектісі

1. Насосты таңдауға қажетті бастапқы деректер.
2. Насостар номенклатурасы.
3. Насостың жұмыстық доңғалағын таңдау.
4. Насосты таңдау және негізгі параметрлерін анықтау тәртібі.

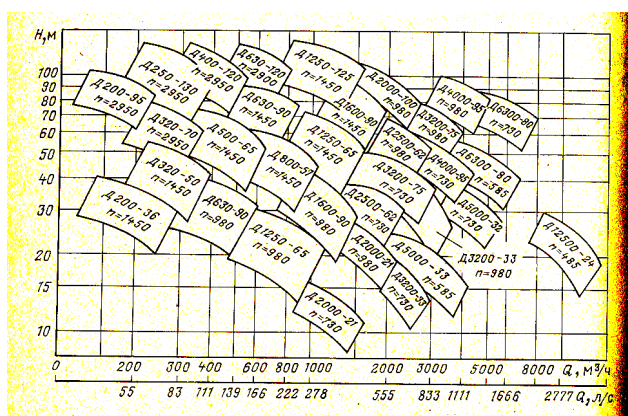
Насосты таңдауға қажет бастапқы деректер:

- қотарылатын сұйықтың түрі және температурасы;
- сұйық сорылатын бөгендегі және сұйық қабылданып алынатын имараттардағы қысым мөлшері мен су деңгейінің геодезиялық белгілері;
- сұйық сорылатын бөгендегі геодезиялық белгі мен сұйық қабылдап алынатын имараттағы геодезиялық белгі айырмасын құратын статикалық тегеуірін $H_{ст}$;
- қотарылатын сұйықтың ағынды су шығынының $Q_{нс}$ мөлшері;
- сорғыш құбырлар мен тегеуірінді құбырлардың геометриялық өлшемдері (ұзындығы, диаметрі) мен олардағы ысырма жапқыш (вентиль) құралдардың орналасуы.

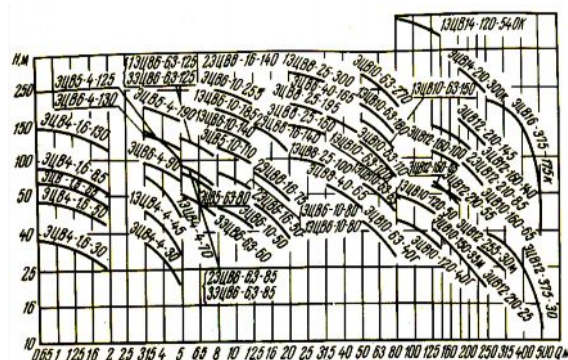
Жоғарыдағы деректер пайдалану су көзінің гидрологиялық есептемелері және суды пайдалану немесе немесе суды қотару графигін құру нәтижесінде табылып алынады. Алдынала насос қондырғысының сорғыш және тегеуірінді құбырларының өлшемдері белгіленген схемасы сызылуы қажет.

Насосты таңдау екі кезеңмен жүргізіледі:

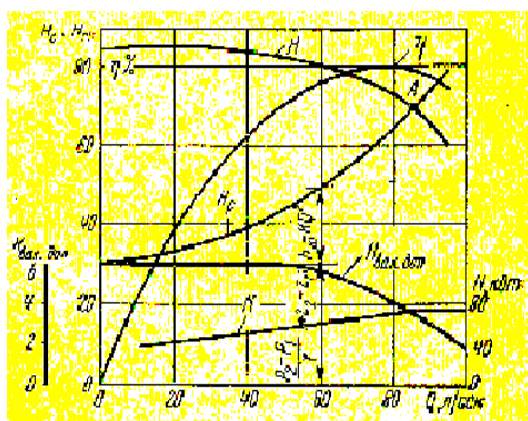
- насостың түрін және типтік өлшемдігін таңдау;
- насос агрегатының нақты көрсеткіштерін анықтау.



13.1. Сурет. Центрден тепкішті насостардың пайдалану облысының жинақ графигі (номенклатурасы)



13.2. Сурет. ЭЦВ ұңғы насостарының пайдалану облысының жинақ графигі (номенклатурасы)



13.3. Сурет. 6НДС насосының және су құбырының қосынды сипаттама графигі

Насостың түрін және тип өлшемдігін таңдау насос номенклатурасы арқылы іске асырылады. Насос номенклатурасы есептелік тегеуірін H (м) және су қотару ағынды шығыны $Q_{нс}$ (m^3/c немесе л/с) байланысты әртүрлі типті насостардың қолдану облыстарының шекарасын көрсететін насостардың қолдану облыстарының жинақ графигі болады (13.1, 13.2 суреттер).

Су қотару мөлшері $Q_{нс}$ суды пайдалану графигі бойынша есептеледі. Ол Q_{min} және Q_{max} аралығында өзгерісті мағналы болады. Насостың есептік тегеуіріні сорғыш және тегеуірінді құбыр жүйелеріндегі қосынды

гидравликалық энергия кемуін ескере отырып келесі формуламен есептеледі:

$$H_{\text{есеп}} = H_{\text{ст}} + \sum h_w, \text{ м.}$$

мұнда $\sum h_w$ – қосынды гидравликалық энергия кемуі, м (сорғыш және тегеуірінді насос жүйелеріндегі ұзындық және жергілікті гидравликалық кему).

Тәжірбие жүзінде 5 м ден 120 м дейінгі тегеуірінді қамтамасыз ету әртүрлі насостармен орындалады:

- центрден тепкішті консольді К маркалы насостармен;
- центрден тепкішті екі жақты кірісті Д маркалы насостармен;
- ОП маркалы осьтік насостармен.

Консольды насостар К қотару шығыны $Q_{\text{nc}} = 5 \div 300 \text{ м}^3/\text{сағ}$ және тегеуіріні $H = 30 \div 60 \text{ м}$ аралығында қолданылады. Екі жақты кірісті Д маркалы насостар қотару шығыны $Q = 200 \div 12500 \text{ м}^3/\text{сағ}$ және тегеуіріні $H = 15 \div 120 \text{ м}$ аралығында, центрден тепкіш вертикал В маркалы насостар – $Q_{\text{nc}} = 1,2 \div 25 \text{ м}^3/\text{сағ}$, $H = 30 \div 100 \text{ м}$, ОП маркалы осьтік насостар – $Q_{\text{nc}} = 0,6 \div 40,0 \text{ м}^3/\text{сағ}$, $H = 3 \div 25 \text{ м}$ аралығында қолданылады.

Насос номенклатуралары жасап шығаратын зауыттарда энергетикалық және кавитациялық эксперимент жүргізу нәтижесінде құрылады. Зертханалық зерттеулер нәтижесінде әр насосқа кесте түрінде қажетті көрсеткіштер келтіріледі, бұдан басқа насостардың әр түріне қолдану облыстарының жинақ графигі құрылады (13.1 сурет, 13.2 сурет).

Насостарды таңдау келесі тәртіппен жүргізіледі:

1. Есептік тегеуірін $H_{\text{есеп}}$ және қотару шығыны Q_{nc} сандарына байланысты қолдану облыстарының жинақ графигінен алдын-ала насостың түрі таңдалынады. Насостың түрі тегеуірін мен шығынның жинақ графигінде қыйылысқан нүктесіне сәйкес қабылданады. Егер $Q_{\text{nc}} = \text{const}$ болғанда үлкен тегеуірінді құру қажет болса, насостарды біртіндеп (бірінен соң бірін) қосуды, ал $H = \text{const}$ болғанда үлкен қотару шығыны қажет болса насостарды параллель қосуды пайдаланады..

2. Таңдап алған насос түріне кесте деректерімен немесе насостың сипаттамасымен қотару шығыны Q_{nc} , жоғары пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) $\eta_{\text{нас}}$ бойынша ұсынылған зонаны, шектеулі вакуумметрлік сору биіктігін $H_{\text{вак}}^{\text{шек}}$ және электрқозғалтқыштың қуатын тағайындайды. Насостың сипаттамасы (8.4; 8.5; 8.6 суреттер) міндетті түрде насостың техникалық паспортымен бірге беріледі. Насостың жұмыс істеу зонасы сипаттамадағы максималдық пайдалы әсер коэффициенті $\eta_{\text{нас}}^{\text{max}}$ оң жақтағы және сол жақтағы шектерде ең көп болғанда $5 \div 8\%$ азайуына болады. Осы зона ұсынылған зона деп аталады.

3. Насос сипаттамасы бойынша қотару шығыны әртүрлі болған жағдайда сорғыш және тегеуірінді құбырлар жүйесіне қажетті $H_{\text{ж}}$ тегеуірін анықталады. Ол үшін белгілі насос қондырғысының схемасын пайдалана отырып (құбырлардың ұзындығы және диаметрі белгілі) қотару шығынына $Q=0$ ден $Q=\text{max}$ аралығында әртүрлі сан мәнін беріп сорғыш және тегеуірінді құбырлардағы қосынды гидравликалық энергия кемуін $\sum h_w$ табады. Сонда су жүйесіне қажетті тегеуірін:

$$H_{\text{ж}} = H_{\text{ст}} + \sum h_w.$$

Егер $Q=0$ болса $H_{\text{ж}} = H_{\text{ст}}$;

4. Су жүйесінің (сорғыш және тегеуірінді құбырлар) есептемесі бойынша насостың сипаттама графигіне құбырдың сипаттама графигін саламыз (13.3 сурет).

5. Насос сипаттамасы графигі H және құбыр сипаттамасы графигі $H_{\text{ж}}$ қыйылысқан нүктені насостың жұмыс нүктесі деп атайды. Жұмыс нүктесіне сәйкес қотару шығыны $Q_{\text{нақты}}$ насостың нақты шығыны болады. Бұл $Q_{\text{нақты}}$ шамасы насостың $H=f(Q_{\text{nc}})$ және құбырлардың $H_{\text{ж}} = f(Q_{\text{nc}})$ сипаттама графиктерінің қыйылысқан жеріндегі жұмыс нүктесіне сәйкес алынады.

6. Насостың жұмыс нүтесі А (13.3 сурет) берілген су жүйесіне $Q_{\text{нақты}}$ шамасын қотаруды қамтамасыз ету үшін қандай нақты тегеуірін $H_{\text{нақты}}$ қажеттігін көрсетеді.

7. $H_{\text{нақты}}$ және $Q_{\text{нақты}}$ мәндері бойынша насосты таңдап алуының дұрыс жүргізілгенін тексереміз.

8. Таңдап алынған насостың жеке дара сипаттамасы бойынша Q_{nc} ; H_{nc} ; n ; N ; η_n ; $H_{\text{вак}}^{\text{шек}}$, D_1 көрсеткіштерінің мағынасын жазып аламыз.

9. Шектеулі геометриялық сору биіктігін 11.5 формуласымен есептейміз:

$$H_{г.с}^{\text{шек}} = H_{\text{вак}}^{\text{шек}} - h_{ск} - \Delta h_{\text{шек}}, \text{ м}$$

Сорғыш құбырдың диаметрі насостың кіре берістегі келте құбырының диаметріне тең қабылданады. Ол келте құбырдың диаметрі насостың техникалық құжаттарында беріледі.

10. $H_{г.с}^{\text{шек}}$ мағынасына сәйкес насос қондырғысының жер асты (табаны) бөлігінің орнатылған сызбасы жасалады.

[1 негіз. 233 – 244 .]; [1 қосым. 390 – 394.]; [2 қосым. 121 – 123.].

Бақылау сұрақтары.

1. Насосты таңдау үшін қандай бастапқы деректер қажет?
2. Бастапқы деректердің мәні қандай есептемелер негізінде табылады?
3. Насос номенклатурасы дегеніміз не?
4. Насостың түрін алдын-ала таңдау қалай орындалады?
5. Насостардың біртіндеп (бірінен соң бірі) қосылуы қандай мақсатпен жүргізіледі?
6. Насостардың параллель қосылуы қандай мақсатпен жүргізіледі?
7. Сорғыш және тегеуірін құбырларда гидравликалық тегеуірін кемуі қалай анықталады?
8. Құбырдың сипаттамасы қандай есептемелік деректермен сызылады?
9. Насостың жұмыс нүктесі дегеніміз не?
10. Насостың нақтылы қотару шығыны мен нақтылы тегеуіріні қалай анықталады?
11. Насосты таңдап алу дұрыстығын қалай айқындайды?
12. Насос сипаттамасында және техникалық құжаттарында қандай көрсеткіштер келтіріледі?
13. Шектеулі сору биіктігі қалай табылады?
14. Сұйық көзіндегі геодезиялық деңгейге байланысты насостың орнықтыру биіктік белгісі қандай болады?

14 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс тәртібін реттеу.

Дәріс конспектісі

1. Су пәрменді қондырғыларды реттеудің негізгі міндеті
2. Турбинаның қуатын реттеу принципі және механизмдері.
3. Насостардың қотару шығынын реттеу принципі мен механизмдері.

Су пәрменді қондырғылардың іс тәртібі су электр стансаларында (СЭС) электр энергиясын пайдалану, ал насос стансаларында ағынды су шығынын пайдалану тәртібіне байланысты болады. Су пәрменді қондырғылардың белгілі уақыт аралығында негізгі көрсеткіштерінің ($N^{\text{СЭС}}$ және Q_{nc}) пайдалануға сәйкес өзгеруін су пәрменді қондырғыларының іс тәртібі деп атайды.

Су пәрменді қондырғылардың жұмысын реттеудің негізгі міндеті оның негізгі көрсеткіштерінің ($N^{\text{СЭС}}$ және Q_{nc}) әрбір берілген шақтағы уақыт мезгіліндегі өзгерімді пайдалану графигіне сәйкестігін сақтау болып табылады. Бұл негізгі міндет су пәрменді қондырғыларының ағынды су шығыны ($Q_{\text{спк}}$) реттеу жолымен орындалады:

- гидротурбиналар үшін
$$Q_T = \frac{N_T}{9.81 H_{\text{есеп}} \eta_T},$$

$H_{\text{есеп}}$ және η_T әрбір уақыт мезгілінде тұрақты болғандықтан олардың қуатын N_T өзгерту ағынды су шығынын $Q_{\text{сэс}}$ өзгерту арқылы іске асырылады, демек $N_T = f(Q_T)$. Турбиналардың ағынды су шығынын реттеуге турбинаның қуатын автоматтық түрде реттейтін арнайы механизм қолданылады. Генераторға жүктеме қуаттың пайдалануға байланысты өзгеруіне қарамастан генератор білігінің айналым жиілігінің санының тұрақтылығын қамтамасыз ету турбина жұмысын реттейтін механизмнің атқаратын міндеті болады.

- насос үшін, қажетті қотару сұйық шығыны насостың берілген сорғыш және тегеуірінді құбырларымен жұмыс істегенде тек бір нүктеде – жұмыс А нүктесінде ғана қамтамасыз етіледі. Ал су құбырлар жүйесіндегі ағынды су шығыны суды пайдалану графигіне сәйкес өзгеріп отырады.

Насостың қотару шығынын Q_{nc} реттеуге келесі тәсілдер қолданылады:

- а) ысырма жапқыш (задвижка) арқылы насос қотару шығынын реттеу;
- б) насос білігінің айналым жиілігінің өзгерісін реттеу;
- в) осьтік насостарда айналмалы қалақшаларының айналым бұрышының өзгерісін реттеу.

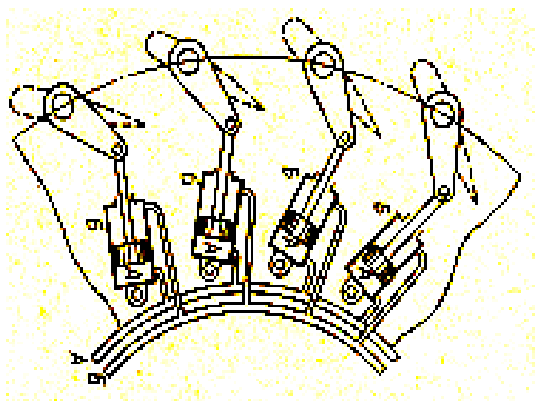
Гидротурбинаны реттеу принципі электр жүйесіндегі айнымалы токтың айналым жиілігінің f тұрақты болу шартына байланысты. Әдетте токтың айналым жиілігі $f=50$ герцке тең, ал оның өзгерім мөлшері $\pm 0,2\%$ аспауы қажет.

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

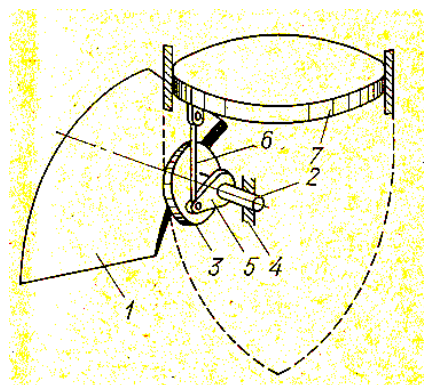
мұнда p – генератордың полюстарының жұп саны;

n – генератор роторының білігінің айналым саны, айн/мин.

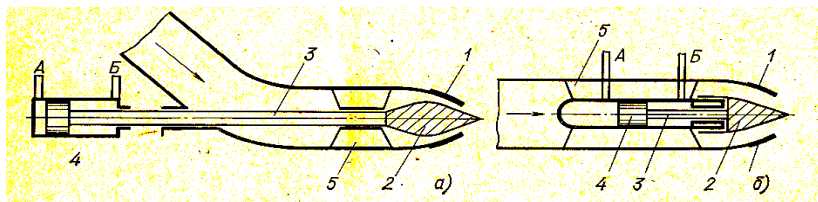
Әдетте ротордың білігі турбинаның білігімен тіке қосылады, сондықтан ротордың айналым саны турбинаның айналым санына тең болады. Демек, белгілі бір таңдап алынған генератордың конструкциясы тұрақты болғандықтан ($p=\text{const}$) электр жүйесіндегі ток айналым жиілігі f тек турбинаның айналым санына n тәуелді болады. Егер $f=\text{const}$ шартты болғанда, онда $n=\text{const}$ болуы міндетті.



14.1. Сурет. Реактивті турбиналардың бағыттаушы қалақшаларының жұмыс схемасы



14.2. Сурет. Осьтік турбиналарының жұмыстық доңғалағының айналмалы қалақшаларының схемасы



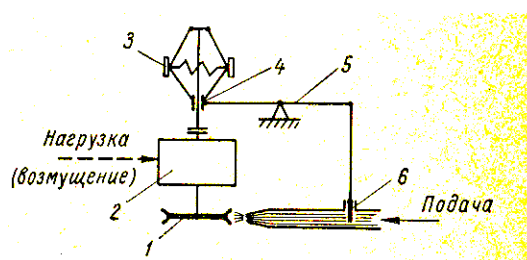
14.3. Сурет. Активті турбиналардың суды реттеу инелерінің жұмыс схемасы

Электр энергиясының әртүрлі мөлшерде пайдалануына қарамастан турбинаның айналым санын тұрақты ұстап тұру ($n=\text{const}$) турбинаның жұмысын реттеудің негізгі принципі болады. Бұл реттеу басқарушы, орындаушы және реттеуші органдардан

тұратын арнайы қуатты реттеу механизмімен іске асырылады.

Реактивті турбиналар үшін реттеуші орган ролін бағыттаушы аппарат (БА) атқарады (14.1 сурет), ал активті турбиналар үшін – суды жеткізу құбырының шыға берісіндегі реттеуші құбырлы қуыс (сопло) атқарады (14.3 сурет). Айналмалы қалақшалы турбиналар (ПР, ПЛ) үшін бағыттаушы аппаратқа (БА) қоса жұмыстық доңғалақтың қалақшаларын пайдаланады (14.2 сурет).

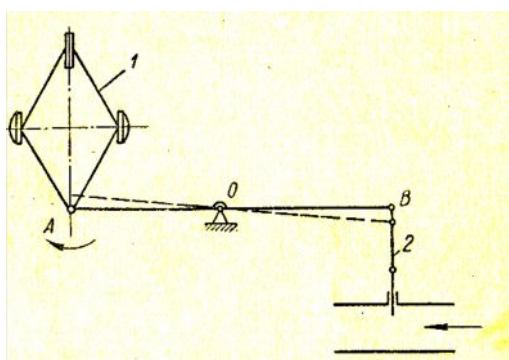
Турбинаның білігінің айналым жиілігі санының n (немесе айналым бұрыштық жылдамдығының ω) берілген тұрақты мөлшерінен ауытқуын қабылдап, қуатты реттеу жүйесінің басқа органдарына (орындаушы және реттеуші) команда беру гидротурбинаның басқару органы қондырғысының міндеті (14.4 сурет). Гидротурбинаның жұмысын реттеу жүйесінің екі түрлі схемасы болады:



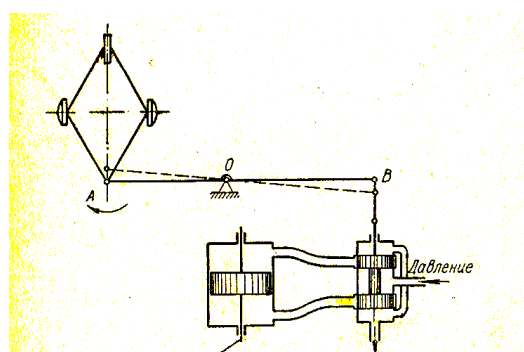
14.4. Сурет. Біліктің айналу жылдамдығын реттеу схемасы

- төте әсерлі реттеу (14.5 сурет);
- төте емес әсерлі реттеу (14.6 сурет)

Төте әсерлі реттеу схемасында басқарушы орган 1 реттеуші органға 2 тікелей немесе рычаг арқылы әсер етеді, ал төте емес әсерлі реттеу схемасында – басқарушы орган 1 реттеуші органға 2 атқарушы орган 3 (золотник және сервомотор) арқылы әсер етеді.



14.5. Сурет. Су шығынын төте схемамен реттеу принципі



14.6. Сурет. Су шығынын төте емес схемамен реттеу принципі

Реттеуші жүйесінің жұмысы келесі тәртіппен жүргізіледі:

- электр энергиясын пайдалану азайған кезде генераторға түсетін жүктеме азайып, роторға әсер ететін кедергі күші кішірейеді де ротордың білігінің айналым жиілік саны n үлкейеді. Осы кезде ротордың білігінде орналасқан басқарушы орган – Уатт реттеуші қондырғысының бекітілген салмақты заттары центрден тепкіш күштің өсуі салдарынан бірінен-бірі қашықтайды да өзінің қозғалысымен орындаушы және реттеуші органдарға – бағыттаушы аппараттың (БА) қалақшаларының жабылуына сигнал береді. Бағыттаушы аппарат (БА) қалақшалары керекті мөлшерде жабылып турбинаның ағынды су шығынын Q_T азайтады;
- бағыттаушы аппараттың қалақшаларының тиісті мөлшерде жабылуы генератордың қуатын электр энергиясын пайдалануының азаю қуатына тепе-теңдікке келтіреді. Генератордың қуаты мен электрді пайдалану қуаты (генераторға жүктеме) тең болғанда ротордың білігінің айналым жиілігі тұрақты болады. Егер пайдаланатын электр энергия қуаты (генераторға жүктеме) үлкейген жағдайда жоғарыдағы процесс керісінше өтеді.

Ысырма жапқыш арқылы насос қотару шығынын реттеу тәсілін пайдалануда электрқозғалтқыштың

ротор білігінің айналым саны өзгермейді (тұрақты болады). Ысырма жапқышпен насостың қотару шығыны Q_n , құбыр сипаттамасы және жұмыс нүктесі А өзгереді. Насостың су шығынын реттеу қысымды құбырда орналасқан ысырма жапқышты ашу немесе жабу арқылы орындалады. Бұл тәжірибе жүзінде кең қолданатын тәсіл. Насостың қотару шығыны Q_n насос білігінің айналым жиілігін (n) өзгерту арқылы реттеу динамикалық ұқсастық формулаларына (7.6 формула) сәйкес жүргізіледі. Айналым жиілігін n' ден n -ге өзгерту нәтижесінде қажетті қотару шығынына сәйкес насостың жаңа сипаттамасы мен жұмыс нүктесін А тұрақтандырады. Бұл реттеу насостың электрқозғалтқышын жаңаға ауыстыру, гидромұфта немесе электрмагнитті муфталарда қолдану бойынша орындалады. Насостың

жұмыстық доңғалағының қалақшаларын айналдыру тәсілімен қотару шығынын Q_n реттеу тиімді тәсіл болып табылады. Бірақ бұл тәсіл тек осьтік насостарда қолданылады.

[1негіз. 54 – 61, 162 – 169.]; [1қосым. 259 – 314, 385 – 387.]; [2қосым. 30 – 40, 123 – 124.].

Бақылау сұрақтары.

1. Су пәрменді қондырғылардың іс тәртібі неге байланысты?
2. Су пәрменді қондырғылардың іс тәртібі дегеніміз не?
3. Су пәрменді қондырғылардың жұмысын реттеудің негізгі міндеттері қандай?
4. Су пәрменді қондырғылардың жұмысын реттеу қандай параметрлерді өзгерту нәтижесінде жүргізіледі?
5. Турбинаны реттеу механизмінің негізгі міндеті неде?
6. Насостың қотару шығынын реттеуде қандай тәсілдер қолданылады?
7. Турбинаны реттеу принципінің негізі неде?
8. Айнымалы токтың айналым жиілігінің формуласы қандай?
9. Турбинаның реттеу механизмі қандай органдардан тұрады?
10. Турбинаның реттеу механизмінің басқару органының міндеті неде?
11. Турбинаның реттеу механизмінің орындаушы органының міндеті неде?
12. Турбинаның реттеу механизмінің реттеуші органының міндеті неде?
13. Уатт реттегішінің жұмыс принципі қандай?
14. Турбинаның бағыттаушы аппаратының жұмыс принципі қандай?
15. Турбинаның төте әсерлі реттеуі дегеніміз не?
16. Турбинаның төте емес әсерлі реттеуі дегеніміз не?
17. Турбинаның реттеу жүйесі қалай жұмыс істейді?
18. Ысырма жапқышпен реттеуде насостың қандай параметрлері өзгереді?
19. Насос жұмысын айналым жиілігін өзгерту тәсілімен реттеу қалай орындалады?
20. Су пәрменді қондырғылардың жұмыстық доғалақтарының қалақшаларының айналымымен қалай реттейді?

15 дәріс тақырыбы. Су пәрменді қондырғылардың (СПҚ) жер асты бөлігін (табанын) орналастыру

Дәріс конспектісі

1. Су пәрменді қондырғылардың негізгі элементтері.
2. Су пәрменді қондырғылардың негізгі элементтерінің орналасуы.
3. Су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігінің биіктік және жазықтық жобалық орналасуы.

Су пәрменді қондырғылар негізгі және көмекші энергетикалық құралдардан, су жеткізуші және шығарып әкетуші энергетикалық имараттардан тұратын өте күрделі кешен болып есептеледі:

Су пәрменді қондырғылардың негізгі энергетикалық құралдарына:

- гидротурбина және насос қондырғыларының жұмыстық доңғалақтары;
- гидротурбина қондырғысының генераторы және насос қондырғысының электрқозғалтқышы жатады.

Турбина-генератор немесе насос – электрқозғалтқыш жүйелерін әдетте гидроагрегат деп атайды.

Көмекші энергетикалық құралдарына:

- гидротурбинаның қуатын немесе насостың қотару шығынын реттеу жүйелері;
- реттеу жүйесін техникалық маймен 16 ÷ 20 атм. қысыммен қамтамасыз ететін қысымды май қондырғысы;
- техникалық сумен және қысымды ауамен қамтамасыздандыру жүйесі;
- фильтрация суларының дренаж жүйесі;
- өрт сөндіру су жүйесі ж.т.б. жатады.

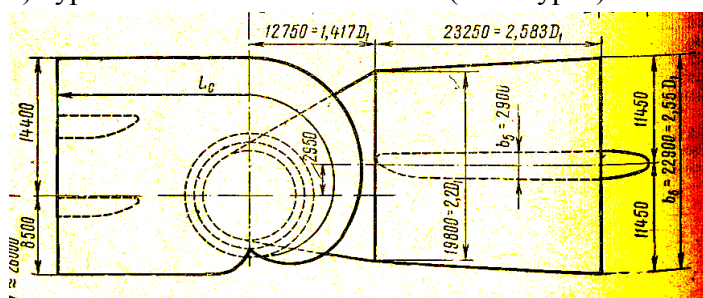
Су пәрменді қондырғылардың ғимараттарында орналасқан негізгі энергетикалық құралдардың (гидроагрегаттардың) және олардың жеке бөлшектерінің дұрыс жұмысын, энергетикалық имараттар жұмысын қамтамасыз ету – көмекші құралдардың негізгі міндеті.

Су жеткізуші және шығарып әкетуші энергетикалық имараттарға:

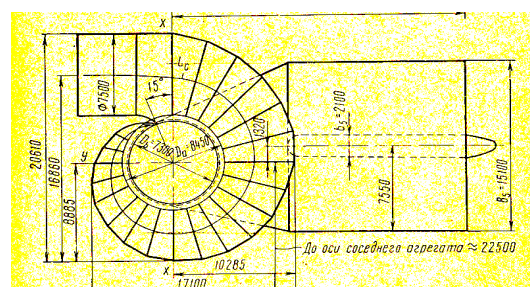
- турбинаға су жеткізетін және насосан су шығарып әкететін иірім камералары;
- турбинаның және насостың сорғыш құбырлары жатады.

Негізгі және көмекші элементтерінің көпшілігі су пәрменді қондырғылардың ғимараттарының жер асты бөлігінде орналасады. Сонымен қатар бұл жер асты бөлігі СЭС немесе НС ғимараттарының фундаменти (табаны) ролін атқарады. Жер асты бөлігі, кейде су пәрменді қондырғылардың төменгі бөлігі немесе су асты бөлігі деп аталатын, шомбал бетонды имаратты құрады. Бұл бетонды имаратта келесі элементтер орналасады:

- а) турбина немесе насос иірім камералары;
- б) турбина немесе насос жұмыстық доңғалақтары мен бағыттаушы аппараттары;
- в) сорғыш құбырлар;
- г) турбина этажи мен шахтасы (15.3 сурет).



15.1. Сурет. Турбинаның жер асты бөлігінің жазықтық жобасының сызбасы (бетонды иірімді камерамен)

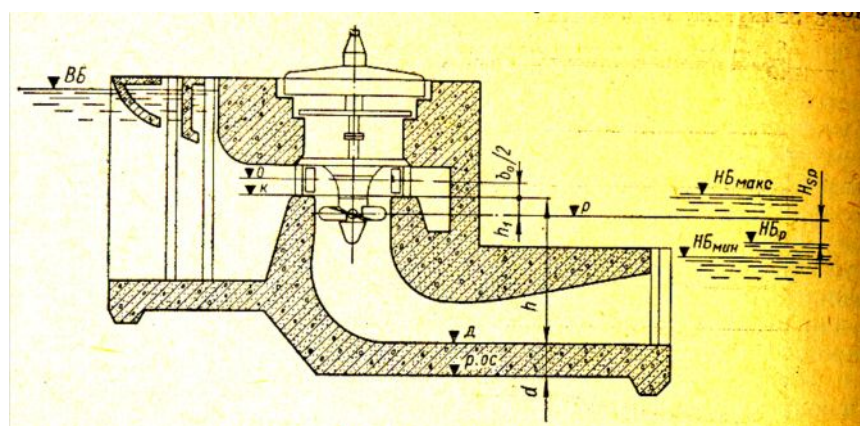


15.2. Сурет. Турбинаның жер асты бөлігінің жазықтық жобасының сызбасы (металды иірімді камерамен)

Сондай-ақ, төменгі бөлікте әртүрлі жұмыс атқаратын галлереялар, көмекші құралдарды орналастыру бөлмелері, дренаж жүйесі т.б. орын алады. Турбина агрегатының генераторы, сондай-ақ, насостың электрқозғалтқыштары арнайы су электр стансалары немесе насос стансалары ғимараттарында орналасады.

Су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігінің жобасы су энергетикалық есептемесі, иірім камералары мен сорғыш құбырлар есептемесі, турбина және насосы таңдап алу нәтижелері негізінде жүргізіледі. Су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігін жобалау алдын-ала таңдап алынған турбина және насосар үшін келесі тәртіппен орындалады:

- иірім камераларының есептемесі жасалады;
- сорғыш құбырлар таңдап алынып, олардың негізгі өлшемдері анықталады;
- сору биіктігі H_s (11.4 формула) немесе шектеулі геометриялық сору биіктігі $H_{ГВ}^{шек}$ (11.5 формула) кавитациялық есептеме өткізумен белгіленеді. Жер асты бөлігінің жазықтық жобасын турбинаның



15.3. Сурет. Турбинаның жер асты бөлігінің биітік жобасының сызбасы (бетонды иірімді камерамен)

немесе насостың иірім камераларының планын масштабпен сызудан бастайды. Иірім камераларының саны турбина (насос) санына сәйкес келеді. Иірім камерасының ені $V_{иірім}$ ең үлкен өлшемді көрсеткіштің бірі болады, сондықтан ол жер асты бөлігінің ұзындық

мөлшерін анықтайды. Сонан соң сорғыш құбырдың сызбасы түсіріледі. Сорғыш құбырдың шыға берістегі ені (турбина үшін) не кіре берістегі (насос) $V_{\text{иірім}}$ -ге тең болғаны дұрыс. Әр көршілес жеке турбина немесе насос қондырғылары аралығында ені $b_6 = 2 \div 3$ м тең бетонды бұзаубас қабырғалар қойылады.

Жер асты бөлігінің биіктік жобасын төменгі бьефтің немесе пайдалану су көзінің минималды геодезиялық биіктік белгісін (абсолюттік) ∇T_{min} белгілеп бекітеді. Сонан соң осы биіктік белгіден турбина үшін $\pm H_s$ сору биіктігін, насос үшін $H_{\text{гс}}^{\text{шек}}$ сору биіктігін жұмыстық доңғалақтардың түріне байланысты, талапты нүктесіне дейін қабылданған масштабпен салады. Келесі кезекте белгілі өлшемдері бойынша иірім камерасы мен сорғыш құбырдың кесіндісін сызады. Қалған өлшемдердің көпшілігі тәжірибе нәтижесінде қабылданып алынады, өйткені олардың есептеу жағдайлары «Гидротехникалық имараттар», «Су энегрриясын пайдалану», «Насос стансалары» ж.т.б. пәндерде қарастырылады.

[1негіз. 108 – 109, 233 – 236.]; [1қосым. 163.]; [5қосым. 244 – 248.]; [6қосым. 163 - 170.].

Бақылау сұрақтары.

1. Су пәрменді қондырғылары қандай элементтерден тұрады?
2. Су пәрменді қондырғылардың негізгі энергетикалық құралына не жатады?
3. Су пәрменді қондырғылар энергетикалық құралдары қандай жұмыс атқарады.
4. Гидроагрегат дегеніміз не?
5. Су пәрменді қондырғылардың көмекші құралдарына не жатады?
6. Су пәрменді қондырғылардың көмекші құралдары қандай жұмыс атқарады?
7. Су пәрменді қондырғылардың энергетикалық имараттарына не жатады?
8. Су пәрменді қондырғылардың жазықтық жобалау тәртібі қандай?
9. Су пәрменді қондырғылардың биіктік жобалау тәртібі қандай?

2.4. Лабораториялық сабақтардың жоспары

№ 1 Лабораториялық жұмыс. Гидравликалық турбиналардың конструкцияларын зерттеу.

1. Тапсырма

Гидравликалық турбиналардың негізгі параметрлерімен танысу, жұмыс істеу принципін, құрылысын, тораптары мен элементтерінің конструкциясын талдап - зерттеу.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- гидроэнергетикалық қондырғылардың принциптік схемасының сызбасын келтіру. Әртүрлі схемаларды құрудағы негізгі мақсатты анықтау;
- гидроэнергетикалық қондырғылардың негізгі параметрлерінің (тегеуірін, ағынды су шығыны, қуат, ПӘК) қажеттілігін дәлелдеу;
- әртіпті гидротурбиналардың конструкцияларын сызып, олардың жұмыс істеу принципін айқындап жазу;
- гидротурбиналардың негізгі тораптары мен элементтерінің сызбасын сызып, олардың атқаратын міндетін тізбелеу;
- жеке дара тапсырма бойынша гидротурбина қондырғысының сызбасын арнайы масштабпен сызу.

[1негіз. 15 – 24, 26 - 54.]; [1қосым. 17 – 24, 31 - 55.]; [2қосым. 10 – 30.]; [5қосым. 11 – 18, 118 - 121.]; [6қосым. 19 - 27.]№

Бақылау сұрақтары

1. Статикалық (геометриялық) тегеуірін дегеніміз не?
2. Турбинаның тегеуіріні деп нені айтамыз?
3. Брутто тегеуіріні дегеніміз не?
4. Тегеуірін қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
5. Тегеуірін құрудың негізгі схемаларын көрсетіңіз.

6. Турбинаның қуаты қалай есептеледі?
7. Қуат қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
8. Турбинаның пайдалы эсер коэффициенті нені көрсетеді?
9. Реактивтік турбиналардың жұмыс істеу принципі қандай?
10. Активтік турбиналардың жұмыс істеу принципі қандай?
11. Жұмыстық доңғалақтың негізгі пайдалану мақсаты неде?
12. Иірімді турбиналық камераның негізгі пайдалану мақсаты неде?
13. Статор бағаналарының негізгі пайдалану мақсаты неде?
14. Бағыттаушы аппараттың негізгі пайдалану мақсаты неде?
15. Сорғыш құбырлардың негізгі пайдалану мақсаты неде?

№ 2 Лабораториялық жұмыс. Насостардың конструкцияларын зерттеу.

2. Тапсырма

Насостардың негізгі параметрлерімен танысу, жұмыс істеу принципін, құрылғысын, тораптары мен элементтерінің конструкциясын талдап - зерттеу.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- насос қондырғыларының принциптік схемасының сызбасын келтіру. Насос қондырғыларын құрудағы негізгі мақсатты анықтау;
- насос қондырғысының негізгі параметрлерінің (тегеуірін, ағынды су шығыны, қуат, ПӘК) қажеттілігін дәлелдеу;
- әртіпті насос конструкцияларын сызып, олардың жұмыс істеу принципін айқындап жазу;
- насостардың негізгі тораптары мен элементтерінің сызбасын сызып, олардың атқаратын міндетін тізбелеу;
- жеке дара тапсырма бойынша насос қондырғысының сызбасын арнайы масштабпен сызу.

[1негіз. 177 – 189.]; [1қосым. 338 – 342, 346 – 350, 354 – 364.]; [2қосым. 98 – 105, 124 – 130.]; [4қосым. 7 - 48 .]; [3қосым. 5 – 14, 104 – 107, 119 – 123.].

Бақылау сұрақтары

1. Насостың статикалық (геометриялық) тегеуіріні дегеніміз не?
2. Насостың тегеуіріні деп нені айтамыз?
3. Насостың статикалық (геометрикалық) сору биіктігі дегеніміз не?
4. Насостың вакуумметрлік сору биіктігі дегеніміз не?
5. Тегеуірін қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
6. Насостың қуаты қалай есептеледі?
7. Қуат қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
8. Насостың пайдалы эсер коэффициенті нені көрсетеді?
9. Қалақшалы насостардың жұмыс істеу принципі қандай?
10. Көлемді насостардың жұмыс істеу принципі қандай?
11. Жұмыстық доңғалақтың негізгі пайдалану мақсаты неде?
12. Иірімді насос камерасының негізгі пайдалану мақсаты неде?
13. Суды шығару диффузорының негізгі пайдалану мақсаты неде?
14. Ысырмалы жапқыштар мен гидромұфтаның негізгі пайдалану мақсаты неде?
15. Сорғыш құбырлардың негізгі пайдалану мақсаты неде?

№ 3. Лабораториялық жұмыс. Су пәрменді қондырғылардың реттеу механизмдерін зерттеу.

3. Тапсырма

Су пәрменді қондырғылардың (турбина және насос) реттеу механизмдерін талдап - зерттеу.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- турбиналар және насостардың жұмысын реттеудің негізгі мақсаты мен міндеттері;
- турбиналар және насостардың реттеу механизмдерінің сызбасын орындау;
- гидротурбиналардың реттеу автоматикасының принциптері.

[Негіз. 55 – 61. 254 – 257 .]; [1қосым. 37– 45, 385 – 387.]; [2қосым. 15 – 19, 26 – 28, 30 – 37, 123 – 124.]; [3қосым. 48 – 54 .].

Бақылау сұрақтары

1. Турбина мен насостың ағынды су шығынын реттеу қандай мақсатпен жүргізіледі?
2. Гидротурбиналарды реттеу автоматикасы қандай принципке негізделген?
3. Турбинаның бағыттаушы аппаратының қалақшалары қалай орналасқан?
4. Осьтік турбиналар мен насостардың айналмалы қалақшалары қалай орналасқан?
5. Осьтік турбина мен насостардың қалақшаларының және турбиналардың бағыттаушы аппаратының жетек жұмысының принципі қандай?
6. Бақырлы турбинаның реттеу механизмі қандай?
7. Насостың жұмысын дроссельдік реттеу деген не?
8. Насостың білігінің айналым жылдамдығын өзгерту принципін пайдаланып реттеу деген не?
9. Насостарды параллель қосу реттеуінің принципі қандай?

№ 4. Лабораториялық жұмыс. Гидравликалық турбиналарды таңдап алу.

4. Тапсырма

Келесі берілген деректер бойынша гидравликалық турбинаны таңдап алу:

2.4.1 Кесте

Варианттар	Hmax, м	Hmin, м	Hрасч., м	▼НБ, м	N, МВт	Q_T м ³ /с
1	75,0	63,0		320,0	160,0	
2	107,0	92,0		400,0	200,0	
3...	20,0	16,0		200,0	375,0	

$$H_{есеп} = \frac{2H_{max} + H_{мин}}{3} \text{ м}; \quad Q_T = \frac{N_T}{9.81 H_{есеп} \eta} \text{ м}^3/\text{с}; \quad \eta = 0,88 - 0,9.$$

Қалған варианттар студенттерге сабақ барысында беріледі.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- турбиналарды пайдалану облыстарының жинақы графиктері бойынша Hmax м, N МВт немесе КВт деректері негізінде турбинаның немесе бірнеше турбинаның маркасын таңдап алу;
- жұмыстық доңғалағының диаметрін D_1 анықтау;
- сору биіктігін H_s анықтау;
- таблица деректері бойынша гидротурбина қондырғысының негізгі өлшемдерін жазып алу;
- келесі деректер бойынша $n_{1,макс.}, n_{1,мин.}, Q'_{1,расч.}, Q'_{1,макс}$ таңдап алған турбинаның универсалды сипаттамасында осы турбинаның жұмыс істеу зонасын анықтау;
- гидравликалық турбинаның дұрыс қабылданғаны туралы қортынды беру.

[Негіз. 149 - 158.]; [1қосым. 194 - 208, 212 – 216, 230 -233.]; [2қосым. 82 - 89 .].

Бақылау сұрақтары

1. Турбиналарды пайдалану облысының жинақы графикте дегеніміз не?
2. Турбинаны таңдау қандай параметрлер негізінде жүргізіледі?
3. Турбинаның бас универсал сипаттамасы дегеніміз не?

4. Турбинаның ағынды су шығыны, айналым жиілік саны, диаметрі қандай теңдеулермен есептеледі?
5. Турбинаның сору биіктігі дегеніміз не?
6. Неліктен турбинаның сору биіктігі орналасатын жердің геодезиялық биіктік белгісіне байланысты?
7. Бас универсал сипаттамада турбинаның жұмыс істеу зонасы қалай анықталады?
8. Турбинаны таңдап алу дұрыстығының критеріі қандай?

№ 5. Лабораториялық жұмыс. Насостарды таңдап алу.

5. Тапсырма

Келесі берілген деректер бойынша насосты таңдап алу:

2.4.2 Кесте

Вариантта р	Нстати ч м	Кс	▼НБ, м	$Q_{расч}$ $м^3 / с$	$Q_{расч}$ л/с	$\sum h_w$ м.	Нрасч. м
1	40,0	0,95	270,0	3,5	3500,0		
2	30,0	1,06	325,0	2,0	2000,0		
3 ...	20,0	0,70	615,0	4,0	4000,0		

$$\sum h_w = K_c Q_{расч}^2, м. \quad H_{расч} = H_{стат} + \sum h_w, м.$$

Қалған варианттар студенттерге сабақ барысында беріледі.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- насостардың пайдалану облыстарының жинақы графигінен (номенклатурасынан) Нрасч в м, $Q_{расч}$ $м^3 / с$, $м^3 / час$ не в л/с деректеріне сәйкес насостың немесе бірнеше насостың маркасын таңдап алу (тандалған насостардың параметрлерін жазып алу қажет).
- насостың нақты параметрлерін келесі теңдеумен $H_{сету} = H_{стат} + K_c Q^2$, Q көрсеткішіне әртүрлі мағна беріп, сол мағнаға сәйкес насостың құбыр жүйесінің тегеуірінін Нж анықтаймыз:

2.4.3 Кесте

Вариант 1	Q, $м^3 / с$	0	1,0	2,0	3,0	3,5	4,0
	$h_w, м$	0	1,1	4,4	9,9	13,0	17,0
	Нж	40	41,1	44,4	49,9	53,0	57,0

- насостың нақты жұмыс орнын табу. Таңдап алынған насостың сипаттамасына (насостың паспорттында, каталогтарда немесе турбина мен насосты таңдау альбомында) 2.4.3 Кесте бойынша

құбыр жүйесінің сипаттамасының $H_{сету} = f(Q)$ графигін сызамыз;

- насостың сипаттамасы мен құбыр жүйесінің сипаттамасының қыйылысқан нүктесін, насостың жұмыс нүктесін А, тауып осы нүктеге сәйкес келесі нақты параметрлерді жазып аламыз; нақты тегеуірін Нфакт, нақты ағынды су шығыны Qфакт, насостың диаметрі D, шекті кавитация запасы $\Delta h_{дон}$, нақты қуат Nфакт және нақты пайдалы әсер коэффициенті $\eta_{факт}$;

- шекті сору биіктігін $H_{Sдон}$ есептеу:
$$H_{Sдон} \leq \frac{P_{атм}}{\rho g} - \Delta h_{дон} - h_{ес} - \frac{P_{в.н.}}{\rho g},$$

$h_{ес} = 0,3 \div 0,5$ м, қотарылатын сұйық – су, температурасы $t^0 = 15^0 C$.

- қажетті қуатты есептеп электр қозғалтқыштың маркасын таңдап алу,

$$N_{\text{дв}} = \frac{9,81 Q_{\phi} H_{\phi}}{\eta_{\phi}} \text{ KВт.}$$

[1негіз. 233 - 248.]; [1қосым. 390 - 394.]; [2қосым. 121 - 123.]; [3қосым. 87 – 92, 261 - 280.].

Бақылау сұрақтары

1. насостың сипаттаиасы нені көрсетеді?
2. Құбыр жүйесінің сипаттамасы нені көрсетеді?
3. Насостардың номенклатурасы дегеніміз не?
4. Насостарды таңдап алу қандай параметрлермен жүргізіледі?
5. Коэффициент K_c қалай есептеледі?
6. Насостарды таңдап алу үшін қандай берілген деректер қажет?
7. Құбыр жүйесінің сипаттамасы қалай сызылады?
8. Насостың жұмыс нүктесі дегеніміз не?
9. Жұмыс тәртібіне байланысты насостың нақты параметрлері қалай табылады?
10. Шекті кавитация запасы дегеніміз не?
11. Насостың шекті сору биіктігі қандай мақсатпен анықталады?
12. Насостың электр қозғалтқышының қуаты неге байланысты?

№ 6. Лабораториялық жұмыс. Иірімді турбина камерасын есептеу.

6. Тапсырма

Турбина камерасының гидравликалық есептемесін орындау (4 тапсырмадағы есеп нәтижелерінің деректерін пайдалан).

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- тегеуірін және жұмыстық доңғалақтың диаметріне сәйкес турбина камерасының түрін таңдап алу. Таңдап алу шарттарына түсініктеме жазу;
- турбина камерасының иірімінің қамту бұрышын $\varphi_{\text{оке}}$ таңдап алып камераның кіре беріс көлденең кесіндісінің ағынды су шығынын және жылдамдығын есептеу;
- турбина камерасының кіре беріс көлденең кесіндісінің ауданын анықтап, жазықтық және кесінді жобасын масштабпен сызу;
- кезекті иірімді қамту бұрышына φ әртүрлі мағна беріп $\omega = f(\varphi)$, $\omega = f(R)$ графиктерін сызу;
- иірімді турбина камерасын масштабпен сызып, негізгі өлшемдерін анықтау.

[1негіз. 82 - 93.]; [1қосым. 173 – 185, 217 – 219, 233 – 239.]; [2қосым. 49 - 59.].

Бақылау сұрақтары

1. Турбина камерасы қандай мақсатпен қолданылады?
2. Турбина камераларының қандай түрлері бар?
3. Турбина камерасының түрін таңдап алу қандай параметрлерге байланысты болады?
4. Иірімнің қамту бұрышы дегеніміз не және оның мөлшері неге байланысты?
5. Иірімнің кіре беріс көлденең кесіндісінің ағынды су шығыны қалай есептеледі?
6. Ауданның тұрақтылық заңы дегеніміз не?
7. Турбина камерасының иірімінің бағыттас бойындағы жылдамдық тұрақтылық заңының мәні неде?
8. Иірімнің кез келген көлденең кесіндісінің ауданы қалай анықталады?
9. Иірімнің кез келген көлденең кесіндісі жазықтық жобада қандай деректерге сүйеніп сызылады?
10. Иірімнің қандай өлшемдерін анықтау шартты?

№ 7. Лабораториялық жұмыс. Су пәрменді қондырғылардың сорғыш құбырларын зерттеу және таңдап алу

7. Тапсырма

Су пәрменді қондырғылардың сорғыш құбырларының конструкциясын оқып-біліп, сорғыш құбырларды таңдау (4 және 5 тапсырмалардағы деректерді пайдалан). Сору биіктігін анықтау.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- сорғыш құбырлардың типін таңдап алу;
- сорғыш құбырлардың негізгі өлшемдерін анықтау;
- турбина камерасының масштабына сәйкес (6 тапсырма) сорғыш құбырдың жазықтық және кесінді жобасын сызу.

[Негіз. 93 - 101.]; [1қосым. 137 - 149, 219 – 220 .]; [2доп.59 - 69.];

Бақылау сұрақтары

1. Гидротурбиналардың сорғыш құбырларының пайдалану мақсаты неде?
2. Насостардың сорғыш құбырларының пайдалану мақсаты неде?
3. Насостың жұмыс доңғалағына дейінгі, ал турбинаның жұмыс доңғалағынан кейінгі учаскілердегі вакуум мөлшері неге байланысты?
4. Турбинаның сорғыш құбыры қандай бөлшектерден тұрады?
5. Турбина және насостың сорғыш құбырларының өлшемдері қалай айқындалады?

№ 8. Лабораториялық жұмыс. Су пәрменді қондырғыларды орналастыру.

8. Тапсырма

Су пәрменді қондырғылардың жер асты бөлігінің орнықтыру сызбасын жобалау.

Келесі жүйе бойынша есеп беру қажет:

- масштаб бойынша турбина блогінің (турбина камерасы және сорғыш құбырымен бірге) жазықтық (план) жобасын сызу;
- масштаб бойынша турбина блогінің көлденең кесіндісін ▼ТБ биіктік белгісіне сәйкестендіріп 4 тапсырма деректерін пайдалана отырып сызу;
- турбина блогінің орнықтыру сызбасын жасау;
- масштаб бойынша насостың көлденең кесіндісін ▼ТБ биіктік белгісіне сәйкестендіріп 4 тапсырма деректерін пайдалана отырып сызу

[Негіз. 250 – 252. 257 – 259.]; [1қосым. 220 - 221, 230, 239 -241.]; [5қосым. 270 – 272.].

Бақылау сұрақтары

1. Турбина блогі қандай энергетикалық имараттардан тұрады?
2. Насос қондырғысының элементтерінің құрамы қандай?
3. Турбина блогінің ені мен ұзындығы неге байланысты?
4. Турбина мен насостың биіктік орналасуы неліктен орналасатын жердің геодезиялық биіктік белгісіне байланысты болады?
5. Турбина блогінің биіктік сызбасын орындау тәртібі қандай?
6. Насостың биіктік сызбасын орындау тәртібі қандай?

Курстық жұмыстың тақырыбы: «Насосты қондырғыны есептеу».

Курстық жұмыстың орындалуы үшін бастапқы мәліметтер: Су көзінен (өзен, көл, су қоймасы, құдық және т.б.) су мұнарадағы тегеуірндік резервуарға сорғымен беріледі. Насосты қондырғының статикалық (геометриялық) биіктігі H_r . Су көзіндегі және резервуардағы су бетіндегі қысым атмосфералық қысымға тең. Сорғының берілуі (су шығыны) Q . Қондырғының сору құбырының диаметрі d_c , ұзындығы l_c . Сору құбырдағы жергілікті кедергілер : торы бар кері клапан, бұрылыс. Сорғының тегеуірндік (ығыстыру) құбырының диаметрі d_t , ұзындығы l_t , ал ондағы жергілікті кедергілер: ысырма, бұрылыс,

өлшеуіш диафрагма, резервуарға ағынның шығысы. Құбыр қабырғаларының кедір-бұдырлығы Δ .

Курстық жұмыстың орындалуының шарты:

1. Берілген шарттарға сәйкес сорғыны таңдау.
2. Насостың жұмыстық нүктесін жауып, оның көрсеткіштерін анықтау.
3. Насосты қондырғының қозғалтқышының қуатын анықтау.
4. Су көзіндегі деңгейден насостың орналасу биіктігін есептеу.
5. Жұмыстық доңғалақтың айналым жиілігі өзгергендегі насостың берімін және тегеуірінін анықтау.
6. Насостардың тізбек және параллел қосылғандағы берімін және тегеуірінін анықтау.

2.5 Студенттердің өздік жұмыстары бойынша сабақ жоспары (СӨЖ)

СӨЖ-ді орындауға арналған әдістемелік ұсыныс:

№	Тапсырма	Әдістемелік ұсыныстар	Әдебиеттер
1	Қазақстан энергетикасының негізгі көрсеткіштері және даму бағыты.	Энергетикалық көрсеткіштерінің графиктерін сызу	[Л7 қос. 24-59; Л8 қос. 11-50; Интернет; CDслайд].
2	Қазақстанның су энергетикалық ресурстарының кестесін құру.	Су энергетикалық ресурстарының графиктерін тұрғызу	[Л7 қос. 33-37; Л8 қос. 41-44].
3	Су пәрменді қондырғылардың конструкцияларына сипаттама беру.	СПҚ схемалық сызбалары және пайдалану облыстарының кестесі .	[Л1 нег. 18-26; Л1 қос. 31-33; Л2 қос. 12-13].
4	Радиалды-осьтік (РО) турбиналардың конструкцияларына сипаттама беру.	РО схемалық сызбасы, негізгі элементтері пайдалану мақсаты және жұмыс атқару принципі.	[Л1 нег. 41-44; Л1 қос. 46-51; Л2 қос. 22-23].
5	Центрден тепкіш насостардың конструкцияларына сипаттама беру.	Центрден тепкіш насостың схемалық сызбасы, негізгі элементтері пайдалану мақсаты және жұмыс атқару принципі	[Л1 нег. 186-187, 210-214; Л1 қос. 354-356; Л3 қос. 64-86].
6	Айналымды қалақшалы (ПЛ) турбиналардың конструкцияларына сипаттама беру.	ПЛ схемалық сызбасы, негізгі элементтері пайдалану мақсаты және жұмыс атқару принципі	[Л1 нег. 206-210; Л1 қос. 34-46; Л2 қос. 14-22].
7	Осьтік насостардың конструкцияларына сипаттама беру.	Осьтік насостың схемалық сызбасы, негізгі элементтері пайдалану мақсаты және жұмыс атқару принципі	[Л1 нег. 186-187, 210-214; Л1 қос. 356-358; Л3 қос. 99-106].
8	Бақырлы турбиналардың конструкцияларына сипаттама беру.	БТ схемалық сызбасы, негізгі элементтері пайдалану мақсаты және жұмыс атқару принципі	[Л1 нег. 44-48; Л1 қос. 51-52; Л2 қос. 25-30]
9	Көлемді насостардың конструкцияларына сипаттама беру.	Көлемді насостың схемалық сызбасы, негізгі элементтері пайдалану мақсаты және жұмыс атқару принципі	[Л2 қос. 341-350; Л3 қос. 119-134].
10	Гидротурбина қондырғыларының негізгі	Гидротурбина қондырғысының сызбасы.	[Л1 нег. 135-139; Л2 қос. 60-70]

	элементтерін орнықтыру принциптері.		
11	Насос қондырғыларының негізгі элементтерін орнықтыру принциптері.	Насос қондырғысының сызбасы.	[Л1 нег. 257-258; Л3 қос. 145-154].
12	Реактивті турбиналардың жұмысын реттеу жүйесінің негізгі элементтері.	Реактивті турбиналардың жұмысын реттеу схемалары.	[Л1 нег. 54-60, 162-168; Л1 қос. 259-279].
13	Активті турбиналардың жұмысын реттеу жүйесінің негізгі элементтері.	Активті турбиналардың жұмысын реттеу схемалары.	[Л1 нег. 54-60, 162-168; Л1 қос. 259-279]
14	Насостардың жұмысын реттеу жүйесінің негізгі элементтері.	Насостардың жұмысын реттеу схемалары.	[Л1 нег. 257-258; Л3 қос. 145-154]
15	Су пәрменді қондырғыларының жер асты бөлшегін орнықтыру принциптері.	Гидротурбина және насос қондырғыларының орнықтыру сызбалары.	[Л5 нег. 244-248; Л6 қос. 163-170]

2.6 Оқытушының жетекшілігімен орындалатын студенттердің өзіндік жұмыстары бойынша өткізілетін сабақтардың жоспары (СОӨЖ)

СОӨЖ-ді орындау үшін әдістемелік ұсыныс:

№	Тапсырма	Өткізу түрі	Әдістемелік ұсыныс	Әдебиеттер
1	Гидротурбина қондырғысының тегеуірінін құру	Тегеуірін құру схемаларын дайындау	Негізгі схемаларды белгілеп слайд дайындау	[Л2 қос. 17-21; Л5 қос. 14-18; Л6 қос. 19-22; слайды CD].
2	Насос қондырғысының тегеуірінін құру	Тегеуірін құру схемаларын дайындау	Негізгі схемаларды белгілеп слайд дайындау	[Л4 қос. 7-8; Л3 қос. 145-149].
3	Гидротурбина классификациясы	Жеке конструкциялар туралы пікірталас өткізу	Классификация кестесін дайындау	[Л1 нег. 4-26; Л1 қос. 31-33; Л2 қос. 12-13].
4	Насос классификациясы	Жеке конструкциялар туралы пікірталас өткізу	Классификация кестесін дайындау	[Л1 нег. 182-189; Л1 қос. 338-339; график дайындау]
5	Гидротурбинаның модельдік зерттеулері	Гидравликалық құбылыстарды модельдеу	Рейнольдс санының маңызы	[Л1 нег. 74-77; Л1 қос. 97-110; есеп шығару].
6	Гидротурбинаның модельдік зерттеулері	Гидравликалық құбылыстарды модельдеу	Модель көрсеткіштерін қайталап есептеу принципі	[Л1 нег. 74-77; Л1 қос. 97-110; есеп шығару].
7	Турбинаның бас универсал сипаттамасын құру принципі	РО турбинаның бас универсал сипаттамасын тұрғызу	РО турбинаның көрсеткіштерін талқылау	[Л1 нег. 109-126; Л1 қос. 119-123;].
8	Турбинаның бас универсал сипаттамасын құру принципі	ПЛ турбинаның бас универсал сипаттамасын тұрғызу	ПЛ турбинаның көрсеткіштерін талқылау	[Л1 нег. 109;126 Л1 қос. 123-129;]

9	Насостың сипаттамасын құру принципі	Центрден тепкіш насостың сипаттамасын тұрғызу	Центрден тепкіш насостың көрсеткіштерін талқылау	[Л1 нег. 225-233; Л1 қос. 371-376;].
10	Насостың сипаттамасын құру принципі	Осьтік насостың сипаттамасын тұрғызу	Осьтік насостың көрсеткіштерін талқылау	[Л1 нег. 225-233; Л1 қос. 371-376;].
11	Насостың қысымды құбырлы жүйеге сұйықты қотару жұмысы	Қысымды құбырлы жүйенің схемасы	Құбырлы жүйенің гидравликалық есебі	[Л1 нег. 237-238; Л1 қос. 382-385;].
12	Турбинаның бас универсал сипаттамасының негізгі көрсеткіштері	Тандап алынған турбинаның жұмыс атқару зонасын анықтау	Жұмыс зонасын сызбаға түсіру	[Л1 нег. 135-154, Л1 қос. 194-204].
13	Насостың сипаттамасының негізгі көрсеткіштері	Насостың жұмыс нүктесін анықтау	Насос сипаттамасын жұмыс нүктесімен сызбаға түсіру	[Л1 нег. 233-248, Л1 қос.390-394.]
14	Турбинаның жұмысын реттеу себептері мен қажеттілігі	Турбинаның жұмысын реттеу жүйесі	Реттеу жүйесінің схемаларын дайындау	[Л1 нег.54-60; Л1 қос. 259-279;].
15	Насостың жұмысын реттеу себептері мен қажеттілігі	Насостың жұмысын реттеу жүйесі	Реттеу жүйесінің схемаларын дайындау	[Л1 нег.254-257; Л1 қос. 385-388;].

2.7 Курс бойынша жазбаша жұмыстың тақырыптары

Реферат тақырыптары

1. Реактивті турбиналардың конструкциясы және жұмыс істеу принциптері.
2. Активті турбиналардың конструкциясы және жұмыс істеу принциптері.
3. Қалақшалы насостардың конструкциясы және жұмыс істеу принциптері.
4. Көлемді насостардың конструкциясы және жұмыс істеу принциптері.
5. Арнайы насостардың конструкциясы және жұмыс істеу принциптері.
6. Гидравликалық турбиналар мен насостардың негізгі теңдеуі.
7. Гидротурбина мен насостарды модельді зерттеу мақсаттары мен принциптері.
8. Кавитация және одан қорғану шаралары.
9. Турбиналар мен насостардың жұмысын реттеу механизмдері және негізгі принциптері.

Ұсынылатын әдебиеттер

- 1.осн. Гидравлические машины. Г.И. Кривченко, -М., Энегтоатомиздат, 1983, пар. 320.
2. Гидравлические турбины и насосы. И.Н. Смирнов, -М., Высшая школа, 1969, пар. 400.
3. Гидравлические машины. Н.Н. Степанов, -Киев, Вища школа, 1978, пар. 150.
4. Насосы и насосные станции. Б.В. Карасев, -Минск, вышешшая школа, 1979, пар.285.
5. Альбом по подбору турбин и насосов А.А. Шатанов, пар. 34.
6. Насосы и насосные станции. В.В. Рычагов, М.М. Флоринский, -М., Колос 1975, пар. 416.
7. Гидроэнергетические установки. Д.С. Щавелев, -Л., Энергия, 1972, пар.392.
8. Гидроэлектрические станции. Ф.Ф. Губин, -М., Энергия, 1972, пар. 504.

2.8 Өздік бақылау үшін тест тапсырмалары

1. Статикалық (геометриялық) тегеуірін дегеніміз не?
 - A) Жоғарғы бьеф пен төменгі бьефтің толық энергияларының айырмасы.
 - B) Жоғарғы бьефтің су деңгейі биіктік белгісімен төменгі бьефтің толық энергия деңгейінң айырмасы.
 - C) Жоғарғы бьеф пен төменгі бьефтің су деңгейлерінің биіктік белгілерінің айырмасы.
 - D) Жоғарғы бьефтің толық энергия деңгейі мен төменгі бьефтің су деңгейінің айырмасы.

2. Тегеуірін қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?
 - A) Паскаль (Па) өлшемімен.
 - B) Су бағанасының биіктігі метр (м) өлшемімен.
 - C) Сынап бағанасы биіктігі миллиметр (мм) өлшемімен.
 - D) H / m^2 өлшемімен.

3. Турбинаның қуаты қандай формуламен есептеледі?
 - A) $N = 9.81QH$
 - B) $N = \rho gQH$
 - C) $N = QH\eta_T$
 - D) $N = 9.81QH\eta_T$

4. Турбинаның жұмыстық доңғалағының негізгі пайдалану мақсаты неде?
 - A) Судың энергиясын электр энергиясына айналдыру.
 - B) Судың энергиясын доңғалақтың механикалық айналым энергиясына айналдыру
 - C) Судың энергиясын доңғалақ қалақшаларында толық пайдалану
 - D) Судың энергиясын қосымша толықтыру.

5. Гидравликалық турбиналар қайда пайдаланылады?
 - A) Жылу электр стансаларында.
 - B) Атом электр стансаларында.
 - C) Су электр стансаларында
 - D) Жылу электр орталықтарында.

6. Иірімді турбиналық камераның негізгі пайдалану мақсаты неде?
 - A) Суды жұмыстық доңғалаққа жеткізу.
 - B) Суды жұмыстық доңғалаққа шеңбер периметрімен жеткізу.
 - C) Суды жұмыстық доңғалаққа шеңбер периметрімен біркелкі жеткізу.
 - D) Суды жұмыстық доңғалаққа шеңбер периметрімен арнайы бағытпен біркелкі жеткізу

7. Бағыттаушы аппараттың негізгі пайдалану мақсаты неде?
 - A) Суды жұмыстық доңғалаққа бағыттау.
 - B) Турбинаның ағынды су шығынын реттеу.
 - C) Турбинаның жұмысын тоқтату.
 - D) Турбинаның қақпағы үстіндегі дренаж суынан арылту.

8. Турбинаның сорғыш құбырларының негізгі пайдалану мақсаты неде?
 - A) Суды жұмыстық доңғалақтан төменгі бьефке әкету.
 - B) Жұмыстық доңғалақтан шығатын судың кинетикалық энергиясының бөлігін қайтара пайдалану.
 - C) Жұмыстық доңғалақты төменгі бьеф деңгейінен тегеуірінді кемітпей орналастыру.

D) Суды жұмыстық доңғалақтан төменгі бьефке әкетуде тегеуірін кемуінің минимал мөлшерін және доңғалақтан шығатын судың кинетикалық энергиясының максимал бөлігін қайтара пайдалануын қамтамасыз ету.

9. Насостың тегеуіріні деп нені айтамыз?

- A) Сұйықты көтеруге қажет биіктіктік.
- B) Сұйықты артықша қысымы бар резеуарға көтеру биіктігін.
- C) Жұмыстық доңғалаққа кіре берістегі меншікті энергия мен шыға берістегі меншікті энергияның айырмасын.
- D) Төменгі бьефтегі су деңгейі мен насостың осіне дейінгі арақашықтықты.

10. Насостың қуаты қалай есептеледі?

- A) $N = 9.81QH$
- B) $N = \rho gQH$
- C) $N = \gammaQH$
- D) $N = \frac{9.81QH}{\eta_H}$

11. Қуат қандай өлшем бірлігімен өлшенеді?

- A) Ватт - $\frac{M^2K^2}{C^3}$
- B) Джоуль - $\frac{M^2K^2}{C^2}$
- C) Ньютон - $\frac{MK^2}{C^2}$
- D) Паскаль - $\frac{K^2}{MC^2}$.

12. Насостың жұмыстық доңғалағының негізгі пайдалану мақсаты неде?

- A) Электр энергиясын сұйықтың энергиясына айналдыру.
- B) Электр энергиясын доңғалақтың механикалық айналым энергиясына айналдыру.
- C) Электр энергиясын қотарылатын сұйықтың потенциалдық энергиясына айналдыру.
- D) Электр энергиясын қосымша толықтыру.

13. Иірімді насос камерасының негізгі пайдалану мақсаты неде?

- A) Көп сатылы насостарда бірінші жұмыстық доңғалақтан келесі доңғалаққа сұйықты жеткізу.
- B) Сұйықты жұмыстық доңғалақтан шығару.
- C) Сұйықты жұмыстық доңғалақтан шеңбер периметрімен бірелкі шығару.
- D) Сұйықтың кинетикалық энергиясын потенциалдық энергияға айналдыру.

14. Насостың суды шығару диффузорының негізгі пайдалану мақсаты неде?

- A) Жұмыстық доңғалақтан шыққан сұйықтың кинетикалық энергиясының бөлігін потенциалдық энергияға айналдыру.
- B) Насостың иірімді камерасын қысымды құбыр жүйесімен жалғастыру.
- C) Насостың иірімді камерасынан шыққан сұйықтың мөлшерін реттеу.
- D) Иірімді камераны қысымды құбыр жүйесімен сұйықтың кинетикалық энергиясының бөлігін потенциалдық энергияға айналдырып қосу.

15. Ысырмалы жапқыштар мен гидромұфтаның негізгі пайдалану мақсаты неде?

- A) Насостың қотару сұйық шығынын реттеу.
- B) Насостың пайдаланатын электр энергия мөлшерін реттеу.
- C) Жұмыстық доңғалақтың айналым жиілігін реттеу.
- D) Қысымды құбыр жүйесіндегі қысым мөлшерін реттеу

16. Насостың сорғыш құбырларының негізгі пайдалану мақсаты неде?

- A) Сұйықты төменгі бьефтен жұмыстық доңғалаққа жеткізу.
- B) Сұйықты төменгі бьефтен жұмыстық доңғалаққа жеткізу және вакуумметрлік сору биіктігін құру.
- C) Қотарылатын сұйықтың ағынды шығынын реттеу.
- D) Сұйықты жұмыстық доңғалақтан диффузорға шығару.

17. Турбина мен насостың ағынды су шығынын реттеу қандай мақсатпен жүргізіледі?

- A) Электр энергиясын (турбина), қотарылатын суды (насос) тұтынушылардың пайдалану тәртібінің максималды мөлшерін қамтамасыз ету.
- B) Электр энергиясын (турбина), қотарылатын суды (насос) тұтынушылардың пайдалану тәртібін қамтамасыз ету.
- C) Электр энергиясын (турбина), қотарылатын суды (насос) тұтынушылардың пайдалану тәртібінің орташа мөлшерін қамтамасыз ету.
- D) Электр энергиясын (турбина), қотарылатын суды (насос) тұтынушылардың пайдалану тәртібінің есептік мөлшерін қамтамасыз ету.

18. Гидротурбиналарды реттеу автоматикасы қандай принципке негізделген?

- A) Электр жүйесіндегі айнымалы токтың айналым жиілігінің тұрақты болу.
- B) Айнымалы токтың айналым жиілігіне турбина білігінің айналым жиілік санының сәйкестігін қамтамасыз ету.
- C) Электр энергиясын әртүрлі мөлшерде пайдалануына сәйкес турбина білігінің айналым жиілігін өзгерту
- D) Электр энергиясын әртүрлі мөлшерде пайдалануына сәйкес ротор білігінің айналым жиілігін өзгерту

19. Насостың жұмысын дроссельдік реттеу деген не?

- A) Суды тұтыну тәртібіне сәйкес насостың ағынды су шығынын реттеу.
- B) Суды тұтыну тәртібіне сәйкес насостың білігінің айналым жиілігін реттеу.
- C) Суды тұтыну тәртібіне сәйкес насостың орташа су шығынын реттеу.
- D) Суды тұтыну тәртібіне сәйкес насостың тегеуірінін реттеу.

20. Турбиналарды пайдалану облысының жинақы графигі дегеніміз не?

- A) Әртүрлі типті турбиналарға $Q - H$ координат сеткасында сызылған график
- B) Бір типті турбинаға $N - H$ координат сеткасында сызылған график.
- C) Бір типті турбинаға $Q - H$ координат сеткасында сызылған график
- D) Әртүрлі типті турбиналарға $N - H$ координат сеткасында сызылған график.

21. Турбинаны таңдау қандай параметрлер негізінде жүргізіледі?

- A) Турбинаның ағынды су шығыны - Q және максималды тегеуіріні - H_{max}
- B) Турбинаның қуаты - N және максималды тегеуіріні - H_{max}
- C) Турбинаның қуаты - N және есептік тегеуіріні – Несеп.
- D) Турбинаның ағынды су шығыны - Q және есептік тегеуіріні – Несеп.

22. Турбинаның сору биіктігі дегеніміз не?

- A) Төменгі бьеф деңгейінен турбинаның иірімді камерасына дейінгі биіктік.
- B) Төменгі бьеф деңгейінен турбинаның қалақшасына дейінгі биіктік.

- С) Төменгі бьеф деңгейінен турбинаның белгілі нүктесіне дейінгі биіктік.
 Д) Төменгі бьеф деңгейінен турбинаның сорғыш құбырдың кіре беріс кесіндісіне дейінгі биіктік.

23. Насостың сипаттамасы нені көрсетеді?

- А) Насос көрсеткіштерінің тегеуірін – H , ПӘК – η қуат N өзгеруіне байланысты графиктері.
 В) Насос көрсеткіштерінің тегеуірін – H , ПӘК – η , қуат – N су шығынының Q өзгеруіне байланысты графиктері.
 С) Насос көрсеткіштерінің ПӘК – η , қуат – N тегеуірін H өзгеруіне байланысты графиктері.
 Д) Насос көрсеткіштерінің тегеуірін – H , ПӘК – η , қуат – N уақыт T өзгеруіне байланысты графиктері.

24. Насостың құбыр жүйесінің сипаттамасы нені көрсетеді?

- А) $Q - H$ координат сеткасында $H_{CT} = Z_{ЖБ} - Z_{ТВ}$ теңдеуінің графигі.
 В) $Q - H$ координат сеткасында $H_{Ж} = H_{CT} + K_C Q^2$ теңдеуінің графигі.
 С) $Q - H$ координат сеткасында $H_{CT} = Z_{ЖБ} - Z_{ТВ} + \frac{P}{\rho g}$ теңдеуінің графигі.
 Д) $Q - H$ координат сеткасында $H = \frac{P}{\rho g}$ теңдеуінің графигі.

25. Насостардың номенклатурасы дегеніміз не?

- А) Насостың түрлерінің әртүрлі типөлшемді маркаларының $Q - H$ координат сеткасында пайдалану облысын көрсететін жинақы график.
 В) Тек берілген түрінің $Q - H$ координат сеткасында пайдалану облысын көрсететін график.
 С) Центрден тепкіш насостардың $Q - H$ координат сеткасында пайдалану облысын көрсететін жинақы график.
 Д) Осьтік насостардың $Q - H$ координат сеткасында пайдалану облысын көрсететін жинақы график.

26. Насостарды тандап алу қандай параметрлерімен жүргізіледі?

- А) Статикалық тегеуірін $H_{ст}$ мен насостың ағынды су шығыны Q параметрлерімен.
 В) Есептік тегеуірін $H_{есеп}$ мен насостың ағынды су шығыны Q параметрлерімен.
 С) Статикалық тегеуірін $H_{ст}$ мен насостың қуаты N параметрлерімен.
 Д) Есептік тегеуірін $H_{есеп}$ мен насостың қуаты N параметрлерімен.

27. Насостың жұмыс нүктесі дегеніміз не?

- А) Насостың тегеуірін H сипаттамасы мен ПӘК – η сипаттамасының қыйылыс нүктесі.
 В) Насостың тегеуірін H сипаттамасы мен қуат N сипаттамасының қыйылыс нүктесі.
 С) Насостың тегеуірін H сипаттамасы мен құбыр жүйесі $H_{ж}$ сипаттамасының қыйылыс нүктесі.
 Д) Насостың құбыр жүйесі $H_{ж}$ сипаттамасы мен қуат N сипаттамасының қыйылыс нүктесі.

28. Насостың шекті сору биіктігі қандай мақсатпен анықталады?

- А) Насостың қотару су көлемін реттеу мақсатында.
 В) Насостың сорғыш құбырында гидравликалық кему мөлшерін азайту мақсатында.
 С) Насостың жұмыстық доңғалағында кавитация құбылысын болдырмау мақсатында.
 Д) Насостың статикалық тегеуірінін реттеу мақсатында.

29. Турбина камерасының иірімнің қамту бұрышы дегеніміз не?

- A) Турбина камерасының иірімге кіре беріс көлденең кесіндісінен иірім тісіне дейінгі бұрыш.
- B) Турбинаға су жеткізу құбырының көлденең кесіндісінен иірім тісіне дейінгі бұрыш.
- C) Турбинаға су қабылдағыштың кіре беріс көлденең кесіндісінен иірім тісіне дейінгі бұрыш.
- D) Турбина камерасының иірімінің кез келген көлденең кесіндісінен иірім тісіне дейінгі бұрыш.

30. Кавитация дегеніміз не?

- A) Сұйық ішіндегі немесе сұйық ағатын қабырға бетіндегі қысым мөлшерінің өзгерісі.
- B) Сұйық ішіндегі немесе сұйық ағатын қабырға бетіндегі жергілікті(нүктелік) сұйық көлемінің газды тұрғыға айналуы.
- C) Сұйық ішіндегі немесе сұйық ағатын қабырға бетіндегі үйкелу кедергілерінің өзгерісі.
- D) Сұйық ішіндегі немесе сұйық ағатын қабырға бетіндегі турбуленттік иірімдер қозғалысы.

**«Су пәрменді қондырғылар»
пәнінің тест тапсырмаларының дұрыс жауаптары.**

Мамандық 050805 «Су ресурстары және суды пайдалану»

Сұрақ №	Дұрыс жауабы	Сұрақ №	Дұрыс жауабы
1	C	16	B
2	B	17	B
3	D	18	B
4	B	19	A
5	C	20	D
6	C	21	B
7	B	22	C
8	D	23	B
9	C	24	B
10	D	25	A
11	A	26	B
12	B	27	C
13	C	28	C
14	D	29	A
15	A	30	B

2.9 Курс бойынша емтихан сұрақтары

1. Су пәрменді қондырғыларға нелер жатады?
2. Гидравликалық турбиналар қайда пайдаланылады?
3. Насостар қайда пайдаланылады?
4. Өзен суының 1 секундтағы жұмысы қалай аталады?
5. Сұйық ағынының меншікті (сұйықтың салмақ бірлігіне шаққанда) энергиясының теңдеуі қандай болады?
6. Сұйық ағынының меншікті энергиясының құрамын көрсетіп анықтама беріңіз?
7. Сұйық ағынының бағытындағы екі көлденең кесіндідегі меншікті энергияның айырмасы нені көрсетеді?

8. Берілген учаскедегі өзен суының қуатының формуласы қандай болады?
9. Берілген учаскедегі өзен суының энергиясының формуласы қандай болады.?
10. Гидравликалық турбинаның негізгі міндетіне не жатады?
11. Насостың негізгі міндетіне не жатады?
12. Гидрравликалық турбина қондырғысының негізгі схемасы қандай ?
13. Насос қондырғысының негізгі схемасы қандай?
14. Қандай гидротехникалық имараттармен турбина мен насосқа су жеткізіледі?
15. Қандай гидротехникалық имараттармен турбина мен насосан су алып кетіледі?
16. Жоғарғы және төменгі бьефтердің биіктік белгісінің айырмасы қалай аталады?
17. Турбина мен насостың тегеуіріні дегеніміз не?
18. Турбинаға кіре беріс кесіндідегі қысым мөлшері қалай анықталады?
19. Турбинадан төменгі бьефке шыға берістегі меншікті энергия мөлшері қалай анықталады?
20. Турбинаның тегеуіріні қандай формуламен есептелінеді?
21. Турбина мен насостың су өткізуші ғимараттарындағы тегеуірін кемуі қандай құрамнан тұрады?
22. Насостың геометриялық сорғыш биіктігі дегеніміз не?
23. Насостың кіре беріс кесіндісіндегі қысым мөлшері қалай анықталады?
24. Насостың вакуумметрлік сорғыш биіктігі дегеніміз не?
25. Насостың шыға беріс кесіндісіндегі қысым мөлшері қалай анықталады?
26. Насостың тегеуіріні қандай формуламен есептелінеді?
27. Су жүйесінің мінездемесі деп қандай формуланы атайды?
28. Насостардың негізгі қолдану мақсаты неде?
29. Көлемді насостардың ерекшеліктері қандай?
30. Көлемді насостарға қандай насостар жатады?
31. Көлемді насостардың қимыл принципі неде?
32. Көлемді насостардың тегеуіріні шектеле ме? Себебін түсіндіріңіз.
33. Динамикалық насостардың қимыл принципі неде?
34. Центрден тепкіш насостың спиралды камерасы дегеніміз не?
35. Центрден тепкіш насостың қимыл принципін түсіндіріңіз.
36. Осьтік насостың қимыл принципін түсіндіріңіз.
37. Құйынды және шапшу ағынды насостардың құрамдары қандай?
38. Су пәрменді қондырғылардың жұмыстық доңғалақтарындағы сұйықтар қозғалысын бейнелеңіз.
39. Салыстырмалы жылдамдық қандай су ағымына қатысты?
40. Тасымалды жылдамдық қандай су ағымына қатысты?
41. Су ағымының абсолюттік жылдамдығы дегеніміз не?
42. Қозғалыс мөлшері нені көрсетеді?
43. Жұмыстық доңғалақтың өсіне қатысты қозғалыс мөлшерінің моменті дегеніміз не?
44. Турбинаның қуаты қалай есептеледі?
45. Турбинаның негізгі теңдеуін келтіріңіз.
46. Насостың негізгі теңдеуін келтіріңіз.
47. Су пәрменді қондырғылардың элементтеріне қандай имараттар мен құрылғылар жатады?
48. Турбина камерасы не үшін қажет?
49. Қандай турбина камералары кездеседі?
50. Ашық қысымсыз турбина камералары қандай жағдайда қолданылады?
51. Иілген турбина камералары қандай қондырғыда және жағдайда пайдаланылады?
52. Тік ағымды турбина камералары қандай қондырғыда және жағдайда пайдаланылады.
53. Центрден тепкішті насостың иілген камерасы не жұмыс атқарады?
54. Сорғыш құбырлардың негізгі қолдану мақсаты неде?
55. Сорғыш құбырлардың қандай түрлері бар?

56. Сорғыш құбырлардың негізгі жұмыс өлшемдері қандай?
57. Насостың сорғыш құбыры не қызмет атқарады?
58. Насостардың сорғыш құбырларының қандай түрлері бар?
59. Су пәрменді қондырғылардың жұмыс процесін неліктен модельдерде зерттеу қажет?
60. Су пәрменді қондырғылардың негізгі динамикалық ұқсастық белгілері.
61. Геометриялық ұқсастық шарты дегеніміз не?
62. Кинетикалық ұқсастық шарты дегеніміз не?
63. Динамикалық ұқсастық шарты дегеніміз не?
64. Модель және нақты аралық айналым жиілігінің теңдеуі қандай?
65. Модель және нақты аралық су ағынды шығынының теңдеуі қандай?
66. Модель және нақты аралық қуат теңдеуі қандай?
67. Турбинаның келтірілген көрсеткіштері дегеніміз не?
68. Айналым санының жылдамдық коэффициенті дегеніміз не?
69. Бір насостың әртүрлі іс тәртібінің көрсеткіштері қалай есептеледі?
70. Генератордың және электрқозғалтқыштың роторларының айналым жиілігінің тұрақты шарты неде?
71. Турбинаның немесе насостың қандай көрсеткіштері белгілі уақытта айнымалы мөлшерде болады?
72. Турбина мен насостың көрсеткіштерінің өзгерімділігі неге байланысты?
73. Турбина мен насостарды лабораториялық тәжірбиелік зерттеуден өткізу қажеттілігінің себебі неде?
74. Сызықтық айналым сипаттамасы дегеніміз не?
75. Турбина және насостардың универсал сипаттамалары қалай құрылады?
76. Турбина және насостардың жұмыстық сипаттамасы дегеніміз не?
77. Турбина және насостардың универсал сипаттамалары қандай мақсатта пайдаланылады?
78. Турбина камерасы деп нені атайды?
79. Турбина камераларының негізгі міндеті?
80. Насос шығарымы дегеніміз не?
81. Насос шығарымының негізгі міндеті?
82. Ашық турбина камералары қандай жағдайда пайдаланылады?
83. Қандай жағдайда жабық турбина камералары пайдаланылады?
84. Турбина камераларының иірімнің қамту бұрышы дегеніміз не?
85. Насостың иірімді камерасының қамту бұрышы нені көрсетеді?
86. Металды иірімді турбина камераларының қолдану шарттары қандай?
87. Бетонды және темірбетонды турбина камераларының қолдану шарттары қандай?
88. Иірімді камералардың гидравликалық есептемесінің бастапқы шарты қандай?
89. Турбина иірімді камераларын гидравликалық есептеуге қандай деректер қажет?
90. Иірімді турбиналық камераның кіре беріс кесіндісінің ағынды су шығыны қалай есептеледі?
91. Иірімді турбиналық камераның кіре беріс кесіндісінің су қозғалыс жылдамдығы қалай айқындалады?
92. Турбина және насостың иірімді камераларын есептеуде қандай су қозғалыс жылдамдығы заңдылығы пайдаланады?
93. Иірімді турбиналық камераның есебінің талдау-сызықты тәсілінің кезек тәртібі қандай?
94. Турбина камерасының қандай өлшемі су электр стансасының мөлшеріне әсер етеді?
95. Насостардың иірімді камераларының шыға берісінде неліктен диффузор қолданылады?
96. Турбиналардың сорғыш құбырларын қолдану мақсаттары қандай?
97. Насостардың сорғыш құбырларын қолдану мақсаттары қандай?

98. Турбинаның жұмыстық доңғалағының шыға берісіндегі динамикалық қысым бәсеңдеу дегеніміз не?
99. Турбинада сорғыш құбырды болмаған жағдайда қандай энергия мөлшері пайдаланбай қалады?
100. Турбинаның сору биіктігі дегеніміз не?
101. Неліктен турбинаның сорғыш құбырының шыға беріс көлденең кесінді ауданы жұмыстық доңғалақтан кейінгі көлденең кесінді ауданынан үлкен болады?
102. Сорғыш құбырдың пайдалы әсер коэффициенті дегеніміз не?
103. Насостың геометриялық сору биіктігі дегеніміз не?
104. Сорғыш құбырлардың қандай түрлері бар?
105. Турбиналардың тік өсті конусты сорғыш құбырлары қандай жағдайларда қолдану табады?
106. Насос қондырғысын сорғыш құбырсыз пайдалануға бола ма?
107. Қандай жағдайларда су пәрменді қондырғыларда иілген сорғыш құбырлар пайдаланады?
108. Кавитация дегеніміз не?
109. Су ағымындағы кеуектердегі қаныққан бу қысымы дегеніміз не?
110. Кеуектердегі (каверналардағы) қаныққан бу қысымының мөлшері неге байланысты?
111. Жергілікті қысымның төмендеуі су ағымының жылдамдығына қалай байланысты?
112. Атмосфералық қысым жердің геодезиялық биіктік белгісіне қалай байланысты?
113. Кавитация су пәрменді қондырғыларға қандай зиян келтіреді?
114. Турбиналарда кавитация болмау үшін қандай шарттарды сақтау керек?
115. Насостарда кавитация болмау үшін қандай шарттарды сақтау керек?
- Гидротурбинаның кавитациялық коэффициенті нені көрсетеді?
116. Гидротурбинаны сору биіктігі қалай айқындалады?
117. Насостың кавитациялық қосымша артықшылығы дегеніміз не?
118. Насостың геометриялық сору биіктігі қалай айқындалады?
119. Гидротурбина қондырғыларының әртүрлі схемаларында сору биіктігі қалай орналастырылады?
120. Насос қондырғыларының әртүрлі схемаларында геометриялық сору биіктігі қалай орналастырылады?
121. Гидротурбинаны таңдап алуға қандай бастапқы деректер қажет?
122. Бастапқы деректердің мәні қандай есептермен шығарылады?
123. Гидротурбина номенклатурасы дегеніміз не?
124. Френсис турбинасының (радиалды-өстік РО турбиналар) қолдану облыстары қандай?
125. Каплан турбинасының (қалақшалы -ПР, ПЛ турбиналар) қолдану облыстары қандай?
126. Бақырлы турбиналардың қолдану облыстары қандай?
127. Қандай көрсеткіштермен турбиналар кіші, орташа, үлкен және Мини СЭС болып топталады?
128. Турбинаны таңдап алу жинақ графигу дегеніміз не?
129. Турбиналық жинақ графигінің көмегімен турбинаның түрі қалай таңдап алынады?
130. Турбинаның бас универсал сипаттамасы дегеніміз не?
131. Бас универсал сипаттамадан қандай деректер алынады?
132. Динамикалық ұқсастық формулалары немесе модельден нақты турбинаға қайта есептеу келтірілген формулалары нені көрсетеді?
133. Нақты турбинаның диаметрі қалай айқындалады?
134. Нақты турбинаның айналым жиілік саны қалай айқындалады?
135. Неліктен турбинаның айналым жиілік санын генератордың стандартты синхронды айналым жиілік санына тең қабылдау керек?
136. Сору биіктігі қалай есептеледі?
137. Турбинаның дұрыс таңдалып алынғанын тексеріс есептемесі қалай жүргізіледі?

138. Турбинаның дұрыс таңдалып алыну критеріі қандай?
139. Насосты таңдау үшін қандай бастапқы деректер қажет?
140. Бастапқы деректердің мәні қандай есептемелер негізінде табылады?
141. Насос номенклатурасы дегеніміз не?
142. Насостың түрін алдын-ала таңдау қалай орындалады?
143. Насостардың біртіндеп (бірінен соң бірі) қосылуы қандай мақсатпен жүргізіледі?
144. Насостардың параллель қосылуы қандай мақсатпен жүргізіледі?
145. Сорғыш және тегеуірін құбырларда гидравликалық тегеуірін кемуі қалай анықталады?
146. Құбырдың сипаттамасы қандай есептемелік деректермен сызылады?
147. Насостың жұмыс нүктесі дегеніміз не?
148. Насостың нақтылы қотару шығыны мен нақтылы тегеуіріні қалай анықталады?
149. Насосты таңдап алу дұрыстығын қалай айқындайды?
150. Насос сипаттамасында және техникалық құжаттарында қандай көрсеткіштер келтіріледі?
151. Шектеулі сору биіктігі қалай табылады?
152. Сұйық көзіндегі геодезиялық деңгейге байланысты насостың орнықтыру биіктік белгісі қандай болады?
153. Су пәрменді қондырғылардың іс тәртібі неге байланысты?
154. Су пәрменді қондырғылардың іс тәртібі дегеніміз не?
155. Су пәрменді қондырғылардың жұмысын реттеудің негізгі міндеттері қандай?
156. Су пәрменді қондырғылардың жұмысын реттеу қандай параметрлерді өзгерту нәтижесінде жүргізіледі?
157. Турбинаны реттеу механизмінің негізгі міндеті неде?
158. Насостың қотару шығынын реттеуде қандай тәсілдер қолданылады?
159. Турбинаны реттеу принципінің негізі неде?
160. Айналмалы токтың айналым жиілігінің формуласы қандай?
161. Турбинаның реттеу механизмі қандай органдардан тұрады?
162. Турбинаның реттеу механизмінің басқару органының міндеті неде?
163. Турбинаның реттеу механизмінің орындаушы органының міндеті неде?
164. Турбинаның реттеу механизмінің реттеуші органының міндеті неде?
165. Уатт реттегішінің жұмыс принципі қандай?
166. Турбинаның бағыттаушы аппаратының жұмыс принципі қандай?
167. Турбинаның төте әсерлі реттеуі дегеніміз не?
168. Турбинаның төте емес әсерлі реттеуі дегеніміз не?
169. Турбинаның реттеу жүйесі қалай жұмыс істейді?
170. Ысырма жапқышпен реттеуде насостың қандай параметрлері өзгереді?
171. Насос жұмысын айналым жиілігін өзгерту тәсілімен реттеу қалай орындалады?
172. Су пәрменді қондырғылардың жұмыстық доғалақтың қалақшаларының айналымымен қалай реттейді?
173. Су пәрменді қондырғылары қандай элементтерден тұрады?
174. Су пәрменді қондырғылардың негізгі энергетикалық құралына не жатады?
175. Су пәрменді қондырғылар энергетикалық құралдыры қандай жұмыс атқарады.
176. Гидроагрегат дегеніміз не?
177. Су пәрменді қондырғылардың көмекші құралдарына не жатады?
178. Су пәрменді қондырғылардың көмекші құралдары қандай жұмыс атқарады?
179. Су пәрменді қондырғылардың энергетикалық имарттарына не жатады?
180. Су пәрменді қондырғылардың жобалық орнықтыру тәртібі қандай?
181. Су пәрменді қондырғылардың биіктік орнықтыру тәртібі қандай?

Глоссарий

Гидравликалық турбина – қозғалыстағы судың энергиясын жұмыстық доңғалақтың білігінің шыр-айналу энергиясына алмастыратын гидравликалық машина.

Насос – сұйықтың арынды ағымын құруға арналған гидравликалық машина.

Тегеуірін – табиғи немесе арнайы құрылыстармен жасанды құрылған жергілікті сұйық деңгейлерінің құлама биіктік айырмасы.

Жоғарғы бьеф – жоғары сұйық деңгейлі бөгет құрылыстары алдындағы су кеңістігі.

Төменгі бьеф – төмен сұйық деңгейлі бөгет құрылыстарынан кейінгі су кеңістігі.

Турбиналық камера – жұмыстық доңғалаққа суды шеңбер периметрімен біркелкі жеткізетін гидравликалық турбинаның тұрақты элементі.

Жұмыстық доңғалақ – гидравликалық турбинада өзінен өтетін сұйықтың гидравликалық энергиясын білігінің айналым энергиясына, ал насоста- білігіндегі жасанды айналым энергиясын сұйықтың гидравликалық энергиясына алмастыратын су пәрменді қондырғылардың қозғалысты элементі.

Турбинаның статоры – қондырғының салмағының физикалық жүктемесін қондырғы табанына өткізетін гидравликалық турбинаның тұрақты элементі.

Бағыттаушы аппарат – турбинаның ағынды су шығынын реттеуге арналған гидравликалық турбинаның қозғалысты элементі.

Сорғыш құбыр –гидравликалық турбинада жұмыстық доңғалақтан суды шығаруға, ал насоса жұмыстық доңғалаққа суды жеткізуге арналған су пәрменді қондырғылардың тұрақты элементі.

Кавитация – сұйықтың ішінде турбуленттік ағымында біркелкі тығыздығының аралық ажырасу салдарынан ұсақ кеуектердің (каверналардың) пайда болу құбылысы.

Шығу туралы мәліметтер

*СП ОӘК Гидрогеология және инженерлік
геология кафедрасының мәжілісінде*

талқылынған

200__ж. «__»_____№__ хаттамасы

СП ОӘК Геологиялық барлау институтының

*Ғылыми-әдістемелік кеңесінде талқыланып,
мақұлданған*

200__ж. «__»_____№__ хаттамасы

050805 «Су ресурстары және суды пайдалану»мамандығына
арналған

«Су пәрменді қондырғылары» пәні бойынша

ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕН

Құрастырушылар
Шатанов Алтай Абзуллинович
Шайпитенов Қабиболла

Басуға __.__.200__ ж. қол қойылды. Пішімі 60x84 1/16. Кітап-журнал қағазы. Көлемі
__,__ес.-б.т. Таралымы __ дана. Тапсырыс №__.

Қ.И.Сәтбаев атындағы баспа типографиясында басылған
Алматы қаласы, Ладыгин көшесі, 32