

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.V. - Б. 159-163

ТІКЕЛЕЙ АҒЫНДЫ ГИДРОТУРБИНАЛАРДЫҢ КӨМЕГІМЕН ШАҒЫН СЭС-ТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

*Курмангалиев С., 2 курс магистранты
С.Сейфуллинатындағы Қазақагротехникалық университеті, Нұр-Сұлтанқ.*

Шағын СЭС пайдаланылатын су қысымына байланысты бір-бірінен ерекшеленеді. Жоғары қысымды СЭС таулы аймақтарға тән және бірдей мөлшерде электр энергиясын өндіру үшін аз ағын қажет болғандықтан, олар әдетте басқа гидростанцияларға қарағанда арзанырақ. Шағын қысымды СЭС жазықтарға тән, оларға су құбыры қажет емес. Шағын станция құрылысына байланысты. Күрделі шығындар мөлшеріне көптеген факторлар әсер етеді. Алайда, ең маңыздыларының бірі-орынды таңдау және оған СЭС-ті "байланыстыру". Су ағынының тиісті қысымы мен жылдамдығының болуы электр энергиясын өндіру үшін қажетті жағдайлар болып табылады.

Көптеген СЭС-тер үшін турбинаны іске қосу үшін су беретін құбыр қажет. Ерекшелік-ашық кіретін бұрандалы машиналар. Су алдымен турбинаның бітелуіне және зақымдалуына жол бермеу үшін ондағы қоқысты "ұстайтын" сүзгіден өтуі керек. Кіріс, әдетте, үлкен ағын кезінде турбинаны су мен қоқыстың тікелей қысымынан қорғау үшін негізгі су ағынынан алшақ орналасады.

Әдеби және патенттік шолулар көрсеткендей, тікелей ағынды гидротурбиналардың көптеген құрылымдық шешімдеріне қарамастан, біз ұсынған турбинаның ішіндегі қисық сызықтары бар құбыр түрінде теңдесі жоқ. Ұсынылған дизайнның бірегейлігін ескере отырып, оны есептеу әдістемесін ғана емес, сонымен қатар айналмалы элементтердің бекітілген құбырмен түйісетін түйіндерін де жасау керек.

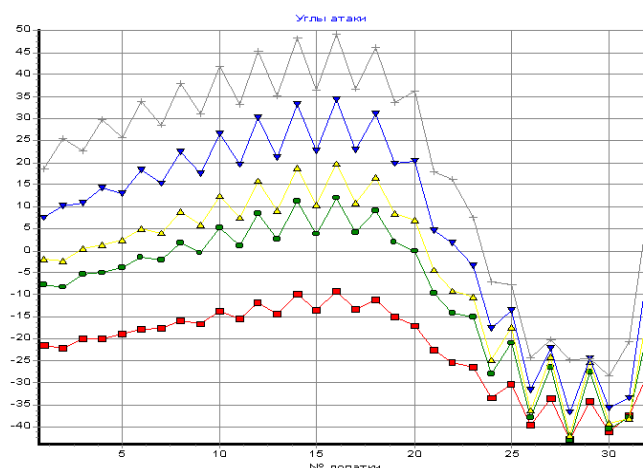
Есептеу үшін гидротурбинаның бағыттаушы қалақтарының сипаттамаларын сандық зерттеу қолданылды. Гидравликалық турбина жұмыс істеген кезде сұйықтық ағыны мен доңғалақ арасында, сондай-ақ ағын мен гидротурбинаның қалақшалары арасында өзара әрекеттесу пайда болады. Бұл өзара әрекеттесу тиісті күштер мен сәттердің пайда болуында көрінеді. Көптеген зерттеулер көрсеткендей, тікелей ағынды турбинадағы ағынның қозғалысын құбырдағы сұйықтықтың турбулентті құйынды ағымы ретінде елестетуге болады.

Бұл күштер мен моменттердің мәні турбиналардың құрылысы үшін маңызды, өйткені оларды білмей, олардың негізгі түйіндерін ұтымды

жобалау мүмкін емес. Олар энергетикалық және кавитациялық көрсеткіштерден басқа турбинаның гидравликалық қасиеттерін сипаттайды.

Күштер мен моменттердің шамалары турбинаның жұмыс режиміне, қалақшалардың қисықтығына тәуелділігі әдетте қуат сипаттамалары деп аталады. Турбиналарды пайдаланудың барлық ауқымы үшін күштік сипаттамаларда қалақты жүйелерге әсер ететін айналу осіне қатысты күштер мен моменттердің шамалары көрсетіледі. Ағынның кеңістіктік сипаты, су асты элементтерінің (спиральды камера, статор бағандары) саны мен өзара әсері және көптеген жылдар бойы, осы уақытқа дейін жоғары қуатты компьютерлердің болмауы күш мөлшерін, әсіресе қалақшалардың бетіне әсер ететін моменттің мөлшерін теориялық тұрғыдан анықтау мүмкін емес деген сенімге әкелді. тәжірибе үшін жеткілікті дәлдікпен. Турбинаның қуат сипаттамаларын анықтаудың жалғыз сенімді жолы физикалық эксперимент болды. Алайда, оны жүзеге асыру өте ауыр, қымбат және көп уақытты қажет етеді. Ең негізделген әдіс-есептеу эксперименті. Гидротурбинаның ағынды бөлігіндегі жылдамдықтың кеңістіктік өрісін, компьютерлер мен бағдарламалық жасақтаманың техникалық параметрлерін есептеудің сандық әдістерінің қазіргі жағдайы күш сипаттамаларын анықтаудың дәстүрлі әдістерінен бас тартуға және физикалық экспериментті есептеумен алмастыруға мүмкіндік береді.

Гидротурбинаның қуат сипаттамаларын есептеуге байланысты тағы бір маңызды мәселе-қалақшалардың қисықтығын ұтымды анықтау. Әр бағыттаушы бет бірдей A_0 ашылуында (қалақшалар арасындағы қашықтық) әр түрлі шабуыл бұрыштарымен ағады. 1-суретте үш өлшемді модель бойынша $D_1 = 460$ мм болатын гидротурбиналық модельдің 32 қалақтарының әрқайсысына есептелген шабуыл бұрыштары көрсетілген.

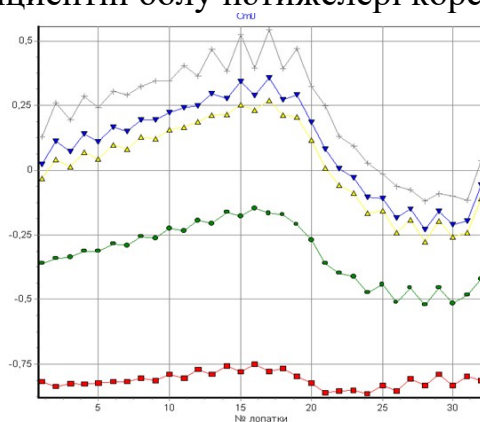


Сурет 1 - Әр түрлі a_0 үшін иық қалақшаларында градусқа әсер ету бұрыштары.

Бағыттаушы машинаның алдында ағынның осьтік симметриясының болмауы әр скапулада қысым күштерінің, оның мөлшері мен қолдану нүктесінің, демек гидравликалық моменттің әртүрлі болуының себебі болып

табылады. Қалақшалардың айналуының бұл ерекшелігі турбинаның жұмыс режимдерінің барлық диапазонында орын алады.

2-суретте рұқсат етілген қателік шегінде эксперимент нәтижелеріне сәйкес келетін зерттелетін модель үшін қалақшалардың айналу осіне қатысты моменттің есептеу коэффициентін бөлу нәтижелері көрсетілген.

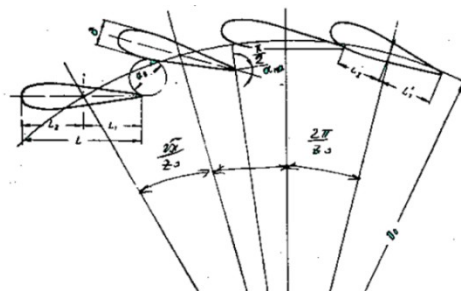


Сурет 2 - Әр түрлі A_0 үшін иық қалақшаларындағы cm_0 коэффициенті.

Қуат сипаттамаларын жетек элементтері мен қажетті гидравликалық моменттің мәні бойынша бөлу тұрғысынан (үйкеліс моментін қосқанда), сервомотордың тарту моментін анықтау үшін олардың мәні тұрақты болуы керек, ал $A_0=0$ -ден $a_0 \tan \alpha$ -қа дейінгі өзгеріс бірдей.

Турбинаның сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қажетті момент мәндері орналасқан тарту моментінің мәндерінен аспауы тиіс. Олай болмаған жағдайда, ұлғайту қажет қолда бар тартқыш сәтінде. Егер қандай да бір себепке байланысты соңғысы қажет болмаса, онда моменттік сипаттаманы өзгерту жолдарын табу керек. Қалақшалардың моменттік сипаттамаларын өзгерту жолдарының бірі-профильдің пішінін өзгерту, екіншісі-айналу осінің өзгеруі немесе жабық позициядағы айналу осіне қатысты қалақшалардың орнын сипаттайтын салыстырмалы n_0 эксцентриктілігі (3-сурет):

$$n_0 = \frac{L_1'}{2(L_1' + L_2')} \quad (1)$$



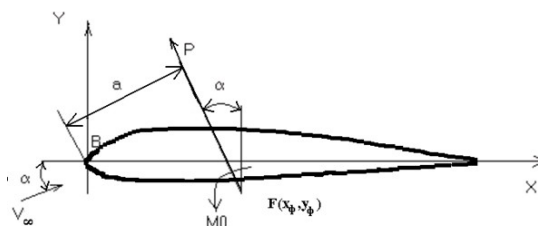
Сурет 3 - Радиалды бағыттаушы аппараттың негізгі геометриялық параметрлері x_ϕ , y_ϕ .

Қалақшалар профилінің фокустық координаталарын есептеу алгоритмі.

Белгілі [2] гидравликалық айналу моменті профильдің шабуыл бұрышына тәуелді емес нүкте оның бағыты болып табылады. Содан кейін, егер фокустың координаттары қалақшалардың айналу осі ретінде қабылданса, иық қалақшаларының бойымен айналу моментінің таралуы біркелкі және үздіксіз айналу шегінде тұрақты болады. Бұл нәтижені С. А. Чаплыгин алды және келесі теорема түрінде тұжырымдалды: профильге әсер ететін сұйықтық қысымының күштері фокуста қолданылатын көтеру күшіне және момент мөлшері шабуылдың бұрышына тәуелді емес жұпқа келтірілуі мүмкін. x_ϕ , y_ϕ фокустарының координаттарын табыңыз. Ол үшін күш моменті үшін механикадан белгілі формуланы қолданамыз:

$$M_\phi = x_\phi Y - y_\phi X \quad (2)$$

және В профилінің кіріс жиегіне қатысты момент теңдеуі (4-сурет):



Сурет 4 - профиль фокусын анықтау схемасы

$$M_B = M_0 + P * a \quad (3)$$

(2) және (3) теңдеулерінде X және Y – тартылмаған ағынның жылдамдығына перпендикуляр бағытталған профильдің P көтеру күшінің проекциясы, V_∞, M_0 – фокуса қатысты циркуляциясыз айналу кезіндегі профиль моменті.

Егер 1 профилінің аккорды Ox осіне сәйкес келсе, онда (3) келесідей жазуға болады:

$$P * a = (x_\phi - x_B) P * \cos \alpha + (y_\phi - y_B) P \sin \alpha \quad (4)$$

Момент өрнегін қолдана отырып:

$$M_0 = C_m \rho \frac{V_\infty l^2}{2},$$

онда C_m -өлшемсіз момент коэффициенті; ρ -сұйықтықтың тығыздығы. C_m коэффициентіне қатысты (4) ескере отырып (3) теңдеуді жазамыз:

$$C_m = \frac{2M_0}{\rho V_\infty l^2} + \frac{2P}{\rho V_\infty l^2} [(x_\phi - x_B) \cos \alpha + (y_\phi - y_B) \sin \alpha]$$

$\frac{2M_0}{\rho V_\infty l^2} = C_{m0}$ қабылдап, C_p көтеру күшін, x - C_x күшін және y - C_y өлшемсіз коэффициенттерін енгізе отырып, C_{m0} : C_{m0} , x_ϕ , y_ϕ , C_m , C_x , C_y коэффициентіне қатысты соңғы теңдеуді қайта жазамыз:

$$C_{m0} = C_{mB} - C_p \left[(x_\phi - x_B) \frac{C_y}{C_p} + (y_\phi - y_B) \frac{C_x}{C_p} \right] \quad (5)$$

(5) теңдеуінде үш белгісіз C_{m0} , x_ϕ , y_ϕ бар. (5) формулаға кіретін шамалардың қалған мәндері бейіннің ағу мәселесін шешу процесінде айқындалады. Сондықтан, профиль фокусының координаталарын x_ϕ , y_ϕ анықтау үшін ультрафиолет тікелей есепті үш рет шешіп, кіріс жиегіне қатысты C_m , C_x , C_y коэффициенттерін есептеу керек.

Нәтижесінде біз:

$$\begin{aligned} C_{m0} &= C_{m1} - C_{y1}(x_\phi - x_B) - C_{x1}(y_\phi - y_B) \\ C_{m0} &= C_{m2} - C_{y2}(x_\phi - x_B) - C_{x2}(y_\phi - y_B) \\ C_{m0} &= C_{m3} - C_{y3}(x_\phi - x_B) - C_{x3}(y_\phi - y_B) \end{aligned} \quad (6)$$

C_{m0} -тұрақты мән болғандықтан, (6) осылай жазуға болады:

$$C_{m1} - C_{y1}x_\phi + C_{y1}x_B - C_{x1}y_B = C_{m2} - C_{y2}x_\phi - C_{y2}x_B - C_{x2}y_\phi - C_{x2}y_B$$

немесе

$$C_{m1} - C_{m2} = (C_{y1} - C_{y2})x_\phi - (C_{y1} - C_{y2})x_B + (C_{x1} - C_{x2})y_\phi - (C_{x1} - C_{x2})y_B.$$

Алынған өрнекте x_ϕ , y_ϕ белгісіз екенін ескере отырып, біз оны салыстырмалы түрде белгісізге қайта жазамыз:

$$(C_{y1} - C_{y2})x_\phi + (C_{x1} - C_{x2})y_\phi = (C_{m1} - C_{m2}) + (C_{y1} - C_{y2})x_B + (C_{x1} - C_{x2})y_B$$

Сол сияқты екінші өрнекті аламыз (6)

$$(C_{y1} - C_{y3})x_\phi + (C_{x1} - C_{x3})y_\phi = (C_{m1} - C_{m3}) + (C_{y1} - C_{y3})x_B + (C_{x1} - C_{x3})y_B$$

$$C_{y1} - C_{y2} = a_1, C_{x1} - C_{x2} = b_1, C_{y1} - C_{y3} = a_2, C_{x1} - C_{x3} = b_2$$

$$(C_{m1} - C_{m2}) + a_1x_B + b_1y_B = d_1, (C_{m1} - C_{m3}) + a_2x_B + b_2y_B = d_2, \text{осылай белгілесек}$$

профиль фокусының координаттарын анықтау үшін келесі теңдеулер жүйесі болады:

$$\begin{cases} a_1x_\phi + b_1y_\phi = d_1 \\ a_2x_\phi + b_2y_\phi = d_2 \end{cases}$$

оның ішінде фокустың координаттары тең болады:

$$x_\phi = \frac{d_1b_2 - d_2b_1}{a_1b_2 - a_2b_1}, y_\phi = \frac{a_1d_2 - a_2d_1}{a_1b_2 - a_2b_1} \quad (7)$$

Осы алгоритмді қолдана отырып, нақты гидротурбинаның зерттелген моделі үшін x_ϕ , y_ϕ фокусының координаттары, қалақшалардың ультрафиолет профилі анықталды, олар қалақшалардың бетінің айналу моментін есептеу кезінде D0 диаметрінде орналасқан айналу осьтерінің координаттары ретінде қабылданады. Алынған нәтижелер турбинаның күштік сипаттамаларының мақсатты өзгеруінің ұсынылған жолын растайды және практикалық қолдану үшін ұсынылуы мүмкін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Патент Российской Федерации № RU2166664. Гравитационные ГЭС, 2001.

2 Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1978.

3 Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001.

4 Арнольд В. И. Жёсткие и мягкие математические модели. — М.: МЦНМО, 2004.

SEABELL INTERNATIONAL Co.Ltd. <http://www.seabell-i.com/>