

ГИДРО ЖӘНЕ АЭРОЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ РЕСУРСТАР ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ГИДРОМАШИНАЛАР ЖӘНЕ ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

Қайта қалпына келтіру көздерінің энергетикалық ағындарының (95%) үлкен бөлігі күн сәулеленуіне қарамастан, техникалық орындалуы бойынша алда және кең қолданыста екінші ретті энергетикалық ағындар және потенциалдар- механикалық ағындар және ауа потенциалы мен жер бетіндегі суды қолданатын гидро және жел энергетикалық қондырғылар. Біздің эрамызға дейін қолданылған желдік және су диірмендері – бірінші гидромашиналар мен жел қондырғылары болады. Қуатты су көздерін меңгеру 20-ғасырдың басында басталса, аз энергетикалық қондырғыларды дайындау технологиясының арзандауына байланысты аз қуатты көздері 20-25жыл бұрын басталды. Қазіргі гидро және жел энергетикалық қондырғылардың көп бөлігі тұтынушы қолданатын электр энергиясын өндіреді. Тарихи әдіске негізделі басында гидроэнергетикамен және сәйкес қондырғылармен танысамыз. Гидроэнергияның ғаламдық қоры 1МВт-тан жоғары қуатты станцияларға $3 \cdot 10^{12}$ Вт және де энергиясы 10кВт-тан жоғары станциялар үшін $3 \cdot 10^{13}$ Вт құрайды. Станцияның қуаты азаюына қарай электр энергиясын өндіру бағасы өседі, сондықтан қуаты 100Вт-тан төмен қондырғылар пайдасыз болады, бірақ олардың қуаты 10^{14} Вт-қа дейін өседі. Демек шаруашылық айналымға энергиясы аз көбінесе таулы өзендер гидроэнергия қорын айтарлықтай өсіреді.

Гидроэнергия тұрақтылығы мен концентрациясы, гидроқондырғылардың техникалық жабдықталуының жетістігі өзен маңында орналасқан тұтынушының басқа энергетикалық қондырғылардың алдында гидроэнергетикалық қондырғылардың артықшылықтары болатындығы даусыз, егер оның энергиясы тұтынушыға жеткілікті болса. Әсіресе үлкен гидроэнергетикалық қондырғылардың негізгі мәселесі: үлкен аудандардың су басуының және авариялық немесе алдын-ала ойластырылған бөгеттің бұзылуы нәтижесінде өзен ағысының төменгі бөлігіндегі тұрғындардың қауіпсіздігіне, қоршаған ортаға зиян келуі мүмкін. Гидроқондырғылардың өлшемі бойынша түрленуінен басқа, тағы да негізгі параметр – гидроқондырғыға кіретін су ағыны қандай беттік кинетикалық энергияға ие болады. Гидроағын кірісінде бірлік көлемдегі кинетикалық энергиясы жоғары болған жағдайда, мысалы, көлдер үшін, қондырғылар созылмалы немесе драгмашиналар деп аталады.

Белгілі бір гидроқондырғыны орналастыру үшін ең алдымен су көзінің гидроресурстарын бағалау қажет. Гидроэнергетикалық қондырғылардың қуатын есептеу үшін Н биіктікті турбинаға түскен сарқырамаға идеалдық жағдайда, су Q (м³/сек) шығынын білу жеткілікті.

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H; \quad 7.1$$

Мұндағы ρ -сұйық тығыздығы. Әдетте, сулы энергоқондырғылардың бөгеті су ағынынан жоғары орналасады. Су потенциалдық энергиясы бөгет биіктігі мен гидроқондырғы турбинасының геометриялық айырмашылығынан анықталады. Бірақ су потенциалдық энергиясының жартысы каналдардағы үйкелісті азайтуға бағытталады. Мұндағы шығынды алдыңғы лекция курсы бойынша анықтауға болады. Водоводтың жуан, сипақ және қысқа болғаны жақсы. Жақсы жобаланған кіші және ауыспалы ТЭС (таулы) – тардағы үйкеліс шығыны қордағы энергияның 30%-нан аспауы қажет.

Кез-келген гидростанцияның қуаты су шығынына тәуелді болғандықтан, электростанция параметрін таңдамас бұрын, шығынның орташа және экстремальді мәнін анықтап алу керек. Көл немесе көлшіктегі су шығыны жыл мезгіліне байланысты. Өзендердегі су ағысының тереңдігі, сонымен қатар ені бойынша да әр-түрлі жылдамдыққа ие болатындықтан, өзен ағысының шығынын есептеу өте күрделі болып келеді. Әдетте ең

біртекті ағыс қимасының ауданындағы әрбір нүктесіндегі жылдамдық өлшенеді де, ал жалпы шығын бүкіл қимадағы беттік интегралға тең.

Кішірек көлшіктердегі шығынды есептеу оңайырақ, мұнда жасанды табалдырық немесе төккіш құрастыруға болады. 7а және 7б суреттерде су төккіш қондырғысының проекциясы көрсетілген және су шығынын есептеуге қажетті геометриялық параметрлер көрсетілген.

Есептік қатынастарды шығару этаптары, қабылданған және қорытынды қатынастары 7.2-7.6 формулаларында көрсетілген. Бүкіл ағыс тоқтың ламинарлық сызықтарына бөлінген. Әрбір сызық 7.2 қатынасымен анықталатын водостоктан өтеді. 7.3 әрбір ток сызығы үшін Бернулли тендеуін жазу барысында, қысымның суды ағызғанға дейін және кейін әртүрлі болатынын ескеру қажет. 7.4 су ағысы табалдырығынан кейін су ағысы еркін түседі, P_2 қысым әрбір нүктеде атмосфералыққа тең, яғни табалдырықпен

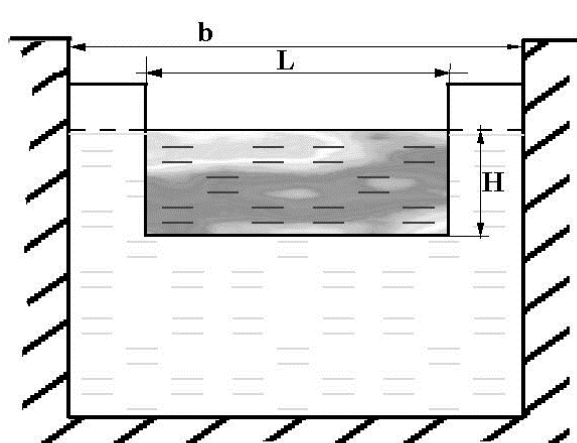


рис. 7а

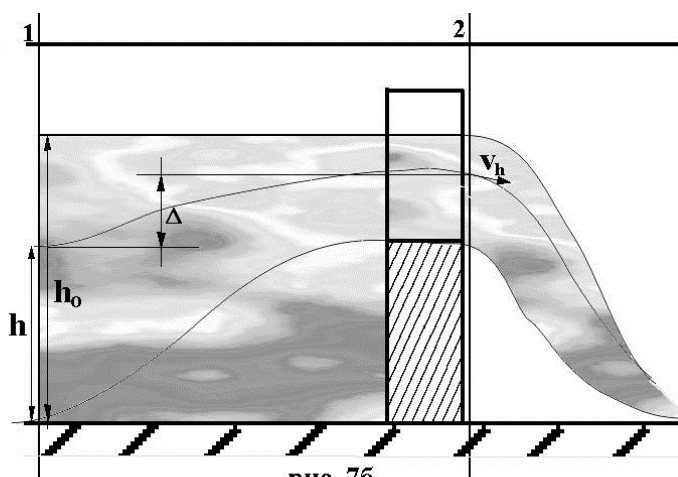


рис. 7б

h_0 - уровень воды, относительно дна. H - уровень воды относительно порога. L - ширина водослива.

Δ - текущее превышение линии тока при прохождении порога. Q - расход воды. P_0 - атмосферное давление

h - текущая высота в первом сечении.

$$\Delta = \frac{h_0 - H}{h_0} \cdot (h_0 - h) \quad 7.2 ;$$

$$\frac{U_1^2}{2g} + h + \frac{P_1}{\rho g} = \frac{U_h^2}{2g} + h + \Delta + \frac{P_2}{\rho g} \quad 7.3 ;$$

$$P_2 = P_0 ; \quad P_1 = P_0 + (h_0 - h) \cdot g \cdot \rho \quad 7.4$$

$$Q = L \int_{h_0-H}^{h_0} U_h \cdot dh \quad 7.5 ;$$

$$\text{при условии } \frac{U_1^2}{2g} \ll H ; \quad b \approx L ; \quad 7.6$$

$$Q = \sqrt{\frac{8g}{9h_0}} \cdot LH^2 ; \quad 7.7$$

салыстырғанда сұйық столбысының салмағы ток сызығына қысым қоспайды.

h_0 -түбіне қатысты су деңгейі

H -табалдырыққа қатысты су деңгейі

L -су төгісінің ені

Δ -табалдырықта өткендегі ток сызығының өсуі

Q -су шығыны

P_0 -атмосфералық қысым

h -бірінші қимадағы биіктік

7.5 интегралдық өрнек су шығынының дәл өрнегін көрсетеді. Бірақ, 7.6 өрнегін қабылдасақ, жұқа су төккіштегі су шығынын есептейтін қарапайым өрнекті қолдансақ болады.

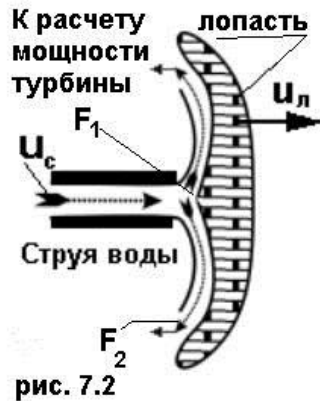
Нақты жағдайларда су төккіштің немесе оның моделінің су ағысының бірнеше жылдамдықта тарирлвкасын жүргізеді. Су ағысты гидроқондырғыларда су ағынының

механикалық энергиясын электрлікке синхронды электрогенератор көмегімен айналдыру үшін активті және реактивті турбиалар қолданылады. Турбина мақсаты су ағынына түсетін энергияны электрогенератордың ротор энергиясына айналдыру, ол оны ары қарай электрлікке айналдырады.

Активті гидротурбиалар

Активті гидротурбиналардың жұмыс істеу принципі 7.1 және 7.2 суреттерде көрсетілген. Бөгет және турбина биіктіктерінің түсуінен су ағысының ағыны түзіледі, ол өте үлкен беттік импульске ие болады.

Ағын мен лопастарды 7.2-суретте бейнелейді.



Турбинаның U_n жылдамдыққа (сызықтық) дейін айналуы 7,9 қатынасымен анықталады.

$$F_{\Sigma} = F_1 + F_2 = 2 \cdot \rho \cdot Q(u_c - u_n); \quad 7.8$$

F_{Σ} - сила, действующая на лопасть;

Q - расход воды; ρ - её плотность;

u_c - скорость струи; u_n - ск. лопасти.

$$P_{тур} = F \cdot u_n = 2\rho Q(u_c - u_n) \cdot u_n; \quad 7.9$$

$$u_c^2 = 2gH; u_c \cdot A_c = Q; \quad 7.9a \quad A_c - \text{сечение сопла}$$

Ағынның турбинаға беретін максималды қуаты $U_n = U_c$ болғанда анықталады, 7.10 қатынасына қараңыз. U_n жылдамдығы қысымға қолданушыға берілетін қуатпен анықталады, сонда қолданылатын турбина энергиясы санына су энергиясын түрлендіруші турбина ПЭК тәуелді. Егер $\eta = \text{ПЭК мәнін енгізіп}$ 7.10 қатынасын ескерсек, активті турбинаның биіктігі мен сопла қимасының өзгерісіне байланысты P_{max} максималды қуатты анықтайтын 7.11 формуласын аламыз.

$$\text{при } \frac{u_n}{u_c} = 0.5 \Rightarrow P_{max} = \frac{\rho \cdot Q \cdot u_c^2}{2}; \quad 7.10$$

$$P_{max} = \eta \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (u_c \cdot A_c) \cdot (2gH) = 0.5 \cdot \eta \rho A_c (2gh)^{1.5}; \quad 7.11$$

η - КПД преобразования энергии, H - полный напор,

h - располагаемый напор.

Турбина өлшемі аз болып, оның айналу жиілігі жоғары болған сайын, ол арзан және сенімді болады. Әдетте бұл биіктік ауытқуы жоғары және аз су жұмсайтын гидроқұрылыстарда қолданылады. (>50 м ; <1 м³/сек)

$$R_{турб} \Leftarrow r_{лопасти} \Leftarrow A_{сопла} \Leftarrow \frac{Q}{(2gH)^{\frac{1}{2}}}$$

болғандықтан, сәйкес өлшемді активті турбиналар суды аз жұмсап және жоғары напормен жұмыс жасай алады.

$$\frac{r_{сопла}}{R_{турбины}} = 0.68 \cdot \frac{1}{\sqrt{\eta}} \cdot Z$$

$$Z = \frac{\sqrt{P} \cdot \varpi}{\sqrt{\rho} \cdot (gH)^{\frac{5}{4}}}$$

Реактивті турбиналар.

Турбина айналу моментінің түзілуі кезінде турбина лопастарының сулануынан пайда болатын Жуковскийдің “көтергіш күші” қатысады. Көбіне онда “ұрғыш” және “көтергіш” механизмдер де болады. 7.4А суретінде Фрэнсис турбины көрсетілген. Бұл жағдайда жұмыс дөңгелегіне түсуші су 4 бағыттаушы аппараттан өтіп, тангенциальды құраушыға (турбина өсіне қатысты) қосымша радиалды жылдамдық құраушысына ие болады. Сөйтіп, турбина лопасттары керекті бағытқа “бұрылған” су ағынымен шайыла бастайды.

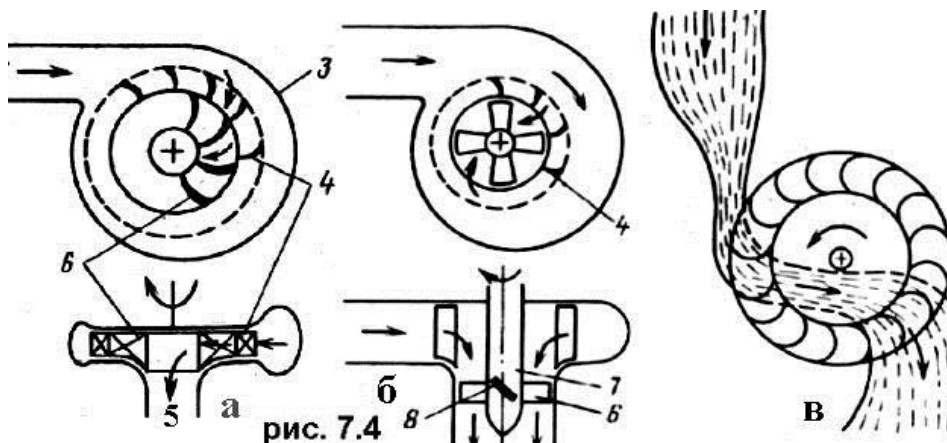


рис. 7.4

А - лопасттары 4 бағыттаушы аппараттан радиалды құраушысы бар су ағынымен шайылатын Фрэнсистің радиалды өстік турбины.

Б - Каплан гидротурбины турбинаның жұмыс дөңгелегі толығымен ағындағы су ағынымен қамтылған (ағынға батқан).

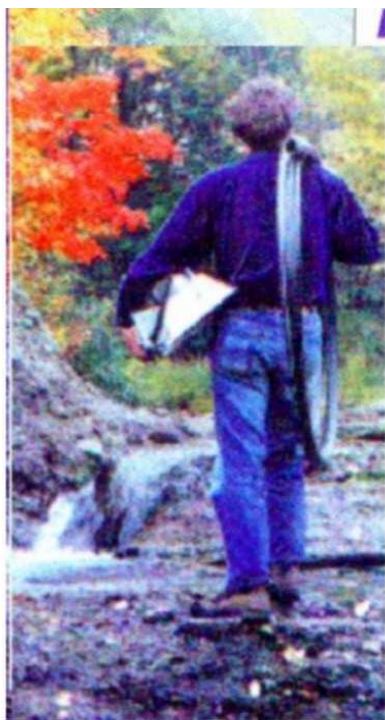
В - су ағыны 2 рет дөңгелек лопасттарымен әсерлесетін Банкидің 2-ші реттілі турбины. 2-Кіретін жер, 3-спиральді камера, 4-бағыттаушы аппараттың қимылсыз күректері, 5-шығатын жер, 6-айналатын лопасттар, 7-втулка, 8-торц жағынан лопаст беті.

Каплан пропеллерлі гидротурбинының турбины толығымен ағынға батырылған және оптималды ПЭК турбинаның өте аз өлшемдерінде іске асады.

Банки турбинында су ағыны лопасттармен 2 рет әсерлеседі.

Әрбір турбина түрінің өз артықшылығы мен кемшілігі болады. Пропеллерлі ең аз габаритті, бырақ жылдам ағыс кезінде кавитация әсерінен тез бұзылады. Дегенмен, дәл осы турбиналар көбіне кіші өзендердегі “кішкене” гидроэнергетикада қолданылады.

Үлкен гидростанциялар әдетте алдыңғы қатарлы және сенімділігі жағынан активті түрдегі турбиналарды (Пелтон) қолданылады.



Energy Systems & Design

"Innovative Micro-Hydro Systems Since 1980"

Permanent Magnet *Stream Engine*

- heads of 10 feet & up
- adjustable for maximum efficiency
- rugged bronze turgo runner
- water cooled
- brushless for low maintenance
- outputs up to 1kw
- amazing!

\$1295.00

Also Available

- induction generators up to 2kw
- micro-hydro components including pelton & turgo runners
- system design & technical support

P.O. Box 1557
Sussex, NB, Canada E0E 1P0
Tel: (506) 433-3151
Fax: (506) 433-6151



Above and beneath the
Stream Engine



рис. 7.5

Күрт бұрылыстары бар таулы өзендерде де Пелтон микротурбиналары қолданылады. Бұл жағдайда турбинаға шланга арқылы су ағыны мен арықтың аз бөлігі алынады. 7.5 Суретте 3м ағын кезіндегі максималды қуаты 1кВт болатын қозғалмалы минигидротурбинаның жарнамалық парақшасы көрсетілген.

Мұнда Пелтонның кішігірім турбинасы қолданылады. Үлкен гидроэлектростанцияның схемасы 7.6 суретте көрсетілген. Су шығыны 4 соплада орналасқан инемен бақыланады. 6 Сужүргізгіш ағынның минималды шығынымен суды беріп отыруы тиіс. Гидроэлектростанция суретіндегі элементтер атауы өз жұмыстарына сай және электростанция жұмыс принципі ерекше түсіндірмені қажет етпейді. Барлық қарастырылған қондырғылар негізінде электрогенераторлар болып табылады, бірақ кейбір жағдайларда “шығыс” энергия орнына электрлік емес энергия да қолдануға болады. Солардың ішінде гидравликалық таран үлкен су ағысының кинетикалық энергиясын қолданады және оның аз бөлігін біраз биіктікке көтеруге мүмкіндік береді. Мысалы, 2м ағыс өзінің 12м биіктіктегі шығынының 10% көтере алады. Жұмыс принципі толығымен 7.7 суретте көрсетілген.

1 - Электрлі - генератор, 2 - приводты белдік, 3 - гидротурбина, 4 - сопло, 5 - вентиль, 6 - сужүргізгіш, 7 - плотина, 8 - решетка.

7.6 Сурет. Әдеткі гидроэлектростанция.



Сурет. Гидравликалық таран.

Мұнда, 1-көз, 2-көзден шығатын су ағыны, 3- қоректенетін труба, 4- ұрғыш клапан, 5- ауалы клапан, 6-ағынды қалпақ, 7-ауа, 8-тартылатын судың трубасы, 9-жоғарғы бак, 10- ағынды клапан, 11- 4 клапаны арқылы судың ағуы.

Клапанға, ашық кезінде, әсер ететін қысым оның ауырлық күшінен артық болады. Соңында, ол жабылып, "сыртқы тесікті" бітейді. 4 Клапаны ашық кезде қоректенетін труба кинетикалық энергияны көбейтіп, 6 ағынды қалпақ пен 8 трубаға қысым мен суды 10 қалпағы арқылы беріп отырады.