

«Сейфуллин оқулары – 18(2): « XXI ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» халықаралық ғылыми - практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века – эпоха трансформации » - 2022.- Т.III. Ч.I. – Б.150-153

ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ РЕАКТИВТІ ҚУАТ АҒЫНЫНЫҢ ӘСЕРІ

Жанұзақова Қ., 3 курс тобының студенті

Сагнаева Н.К., аға оқытушы

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Энергия ресурстары тапшылығының қазіргі жағдайларында желілерде энергия үнемдеу проблемалары неғұрлым маңызды рөлге ие болуда [1]. Бұл ретте электр тұтынудың жалпы көлемі ысырабының едәуір бөлігі электр желілеріндегі электр энергиясының жоғары шығындарына байланысты. Осыған байланысты энергия үнемдеудің маңызды бағыты электр желілеріндегі электр энергиясының шығынын азайту болып табылады.

Электр желілеріндегі электр энергиясының жоғалуына реактивті қуат ағындары айтарлықтай әсер етеді. Өнеркәсіптік кәсіпорындарда электр қабылдағыштардың көпшілігі белсенді қуатпен қатар реактивті қуатты тұтынатындықтан, өнеркәсіптік электр желілеріндегі реактивті қуат ағындары өте маңызды болуы мүмкін. Сонымен бірге, электр желілерінде реактивті қуаттың айтарлықтай ағындарының болуы электр энергиясының шығынын арттырып қана қоймайды, сонымен қатар олардың өткізу қабілетін төмендетеді, кернеудің жоғалуын арттырады және т. б. Электр желілеріндегі реактивті қуат ағындарының өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелерінің осы параметрлеріне әсерін толығырақ қарастырайық.

Электр желісінің элементтеріндегі I толық ток, P қуаттың жоғалуы және U кернеуінің жоғалуы желінің белсенді және реактивті жүктемелерімен келесі қатынастармен байланысты [2]:

$$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3}U} = \frac{P\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi}}{\sqrt{3}U} \quad (1)$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{\sqrt{3}U} R = \frac{P^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)}{U^2} R \quad (2)$$

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR(1 + k \operatorname{tg} \varphi)}{U} \quad (3)$$

мұндағы P – желі арқылы берілетін активті қуат, кВт; Q – желі арқылы берілетін реактивті қуат, кВАр; U – электр желісінің номиналды кернеуі, кВ; R және X – электр желісінің активті және индуктивті кедергісі, Ом; $\operatorname{tg} \varphi = Q/P$ – реактивті қуат коэффициенті; $k = X/R$ – есептік коэффициент.

(1) – (3) формулаларынан I , P және U әрбір параметрінің мәні желі арқылы берілетін активті де, реактивті де қуатпен анықталады. Π шамасын осы параметрлердің жалпы белгісі ретінде, ал Π_0 шамасын $\operatorname{tg} \varphi = 0$ сәйкес келетін олардың мәндерін белгілеу ретінде пайдаланып, реактивті қуат желісі арқылы берілуіне байланысты Π мәнінің үлесін формула бойынша анықтаймыз:

$$d = 1 - \frac{\Pi_0}{\Pi} \quad (4)$$

Анықталған I , ΔP және ΔU параметрлерінің мәндерін ((1) – (3) формула) (4) формуласына орнына қойып анықтаймыз:

$$d_I = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}} \quad (5)$$

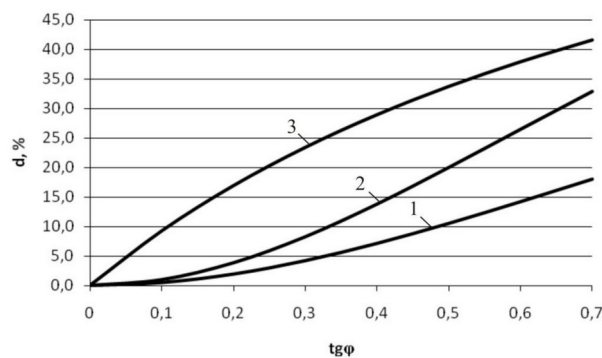
$$d_{\Delta P} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}}$$

(6)

$$d_{\Delta U} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + k \operatorname{tg} \varphi}}$$

(7)

1-суретте $d = f(\operatorname{tg} \varphi)$; тәуелділік графиктері келтірілген, d_I , d_P және d_U есептеулерінің нәтижелері бойынша жасалған, (5)–(7) формулалары бойынша жеке электр қабылдағыштардың (электр қабылдағыштар тобының) активті және реактивті қуатты тұтыну арақатынасын сипаттайтын $\operatorname{tg} \varphi$ реактивті қуат коэффициентінің әртүрлі мәндерінде орындалған. Ұсынылған тәуелділік графиктері желі арқылы берілетін реактивті қуаттың мөлшері өзгерген кезде d_I , d_P және d_U өзгеруінің сипатын көрсетеді.



Сурет 1. $d = f(\operatorname{tg} \varphi)$ тәуелділік графигі:

$$1 - d_I = f(\operatorname{tg} \varphi); 2 - d_P = f(\operatorname{tg} \varphi); 3 - d_U = f(\operatorname{tg} \varphi)$$

Тәуелділік графигінен $d_I = f(\operatorname{tg} \varphi)$ (1-қисық) реактивті қуатты электр желілері арқылы беру олардың өткізу қабілетін едәуір төмендетіп, олар арқылы активті қуатты беру мүмкіндігін азайтады. $\operatorname{tg} \varphi$ одан әрі жоғарылаған кезде электр желілерінің өткізу қабілеттілігінің одан әрі төмендеуі

байқалады, бұл сымдар мен кабельдердің қималарын ұлғайту, қуат трансформаторларының номиналды қуатын немесе санын арттыру қажеттілігіне, демек, өнеркәсіптік электр желілерінің күрделі шығындары мен пайдалану шығындарының өсуіне әкеледі.

Тәуелділік графигі $dP=f(tg\varphi)$ (2-қисық) реактивті қуат ағындары өнеркәсіптік электр желілеріндегі қуат пен электр энергиясының жоғалуына да айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді. Олар арқылы реактивті қуатты беру кезінде электр желілерінің элементтерінде (электр тарату желілерінде, электр трансформаторларында және т.б.) қуат пен электр энергиясының қосымша жүктеме шығындары пайда болады. Бұл ретте, тәуелділік графигінен $dP = f(tg\varphi)$ туындағандай, шекті мәні $tg\varphi = 0,4$ болған кезде электр желілеріндегі қуат пен электр энергиясының шығындары шамамен 15% - ға артады. Реактивті қуат коэффициенті шекті мәннен жоғары болған кезде электр желілеріндегі қуат пен электр энергиясының жоғалуы артады, ал $tg\varphi = 0,7$ кезінде қуат пен электр энергиясының жоғалуы 30% - дан асады, бұл өнеркәсіптік кәсіпорындарда өндіріс қажеттілігінен туындамайтын қосымша шығындарға әкеледі.

Реактивті қуат ағындары өнеркәсіптік электр желілеріндегі кернеу режимдеріне одан да көп әсер етеді [4]. Тәуелділік графигінен $dU = f(tg\varphi)$ (3 қисығы) реактивті қуатты электр желілері арқылы беру кезінде олардағы кернеудің жоғалуы артады. Бүгінгі күні реактивті қуаттың берілуіне байланысты кернеу шығындары 6-10 кВ электр желілеріндегі кернеудің жалпы шығындарының шамамен 30%-ын және кернеудің жоғары деңгейлеріндегі желілердің шамамен 70% - ын құрайды [2]. Бұл жағдайда электр желілеріндегі кернеудің төмендеуі электр энергиясының шығынын одан әрі арттыруға және электр желілері элементтерінің өткізу қабілетін төмендетуге әкеледі [3]. Сонымен, күштік трансформаторлардың негізгі техникалық сипаттамаларын талдау [4] $k = 20-30$ коэффициентінің мәндерімен сипатталатындығын көрсетеді, сондықтан трансформаторлардағы кернеудің жоғалуы берілетін реактивті қуаттың шамасымен толығымен анықталады. Электр желілерінің экономикалық көрсеткіштеріне әсер етуден басқа, реактивті қуатты беру электр желілерінің тораптарындағы рұқсат етілген кернеулер бойынша техникалық шектеулердің бұзылуына да әкелуі мүмкін.

Осылайша, реактивті қуат ағындары электрмен жабдықтау жүйелерінің параметрлеріне айтарлықтай әсер етеді. Бұл жағдайда, 1-суретте көрсетілген тәуелділік графигінде, тіпті реактивті қуат коэффициентінің шекті мәні $tg\varphi =$

0,4 болса да, электр желілерінің өткізу қабілеті төмендейді, ал электр энергиясының жоғалуы және олардағы кернеудің жоғалуы айтарлықтай артады. Сондықтан, өнеркәсіптік кәсіпорындардағы $\text{tg}\varphi$ мәні жалпы жағдайда нөлге жетуі керек. Осыған байланысты өнеркәсіптік электр желілеріндегі реактивті қуат ағындарын азайту маңызды практикалық міндет болып табылады.

Реактивті қуаттың ағынын азайту және олардан туындаған жағымсыз салдарды азайту үшін өнеркәсіптік кәсіпорындарда реактивті қуаттың орнын толтыру қажет. Реактивті қуатты өтеу реактивті қуат балансының шарттарын сақтауды қамтамасыз етеді, электр желілеріндегі электр энергиясының шығынын азайтуға, олардың өткізу қабілетін арттыруға ықпал етеді, өтемақы құрылғыларын қолдану арқылы кернеуді реттеуге мүмкіндік береді және т. б.

Реактивті қуатты өтеу жөніндегі іс-шараларды жүргізу өнеркәсіптік электр желілеріндегі реактивті қуаттың ағынын едәуір азайтуға мүмкіндік береді. Реактивті қуат ағындарының төмендеуі, өз кезегінде, электр желілеріндегі электр энергиясының жоғалуы мен кернеудің төмендеуіне, олардың өткізу қабілетінің артуына әкеледі.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1 Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы. ҚР 2012 жылғы 13 қаңтардағы №541-IV Заны www.online.zakon.kz

2 Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. – М. : ЭНАС, 2009. – 456 с.

3 A.G. ENDEGNANEW, A. PETTERTEIG Joint action of DG units to reduce flow of reactive power in the distribution network. C6-112_2020, CIGRE 2020

4 Жеке кәсіпкерлер мен заңды тұлғалардың электр желілеріндегі қуат коэффициентінің нормативтік мәндері. ҚР Үкіметінің 31 наурыздағы № 393 қаулысы 2015ж. www.online.zakon.kz