

ӘОЖ 625:551.07

ЭЛЕКТР БЕРІЛІС ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ТІРЕКТЕРІН ЕСЕПТЕУ

Рахимбаева Жанар Болатқызы

rakhimbayevazhanar@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ доценті, механика-математика факультеті, Нур-Сұлтан,
Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – С. Дузельбаев

Әуеэлектр беріліс желілері (ӘБЖ) электр энергиясын электр станциясынан тұтынушыларға тасымалдау үшін сымдардан және көмекші құрылғылардан (тіректер, оқшаулатқыштар, желілік арматуралар, сым арқандар, т.б.) құралған имарат болып саналады. **Сымдар** электр энергиясын тасымалдау үшін қызмет етеді. ӘБЖ-лерін найзағайлы ток

кернеуінің ұлғаюынан қорғау үшін сымдардағы тіректердің жоғарғы бөлігінде **найзағайдан қорғайтын сым арқандар** орнатылады. **Тіректер** сымдар мен сым арқандарды жер немесе су деңгейінен белгілі бір биіктікте ұстап тұрады. **Оқшаулатқыштар** сымдарды тіректерден оқшаулайды. **Желілік арматуралар** көмегімен сымдар оқшаулатқыштарға, ал оқшаулатқыштар тіректерге бекітіледі. Кейбір жағдайларда сымдар оқшаулатқыштар мен желілік арматуралар көмегімен инженерлік имараттардың тіреуіштеріне (кронштейн) бекітіледі.

Әуе электр беріліс желілерін пайдаланатын әлемдік төселім сансыз көп себептерге тап болатын көптеген зақымдар мен қиратуларды көрсетеді.

ӘЖ-лерінің **зақымдану мен қиратылу себептері** негізінен сымдарға қоршаған ортаның температурасы, жел әрекеті, көктайғақтың пайда болуы, ауаның ластануы, тербеліс және сымдардың «секіруі» әсер етуші факторлар болып табылады.

Ауаның температурасы төмендеуі механикалық кернеулердің өсуіне байланысты көлденең қимадағы сымның (немесе бірнеше сымдардың) бұзылуына әкелуі мүмкін. Температураның көтерілуі сымдардың жыртылуына және механикалық беріктігін төмендетуіне алып келеді. Бұдан басқа, сымдар жер беті мен төменгі нүктелерге дейінгі қашықтыққа ұзартылып және қысқартылып, ӘЖ-сі жұмысының сенімділігі мен қауіпсіздігін төмендетеді.

Желдің әсері қосымша күштің пайда болуына, демек, сымдарға, сым арқандарға және тіректерге қосымша механикалық жүктемелер туындауына әкеледі. Бұл сымдар мен сым арқандардың тартылуын арттырады. Сондай-ақ тіректерде қосымша июші күштер пайда болады. Қатты жел кезінде барлық сымдар үзілістері және бір мезгілде ӘЖ-сі тіректер қатарының сыну жағдайлары болу мүмкін.

ӘЖ-нің сымдарында, сым арқандарында, тіректерінде **көктайғақтың пайда болуы** тұман мен жаңбыр тамшыларының тиюінен, сондай-ақ, қардың, аяздың және басқа да салқындатушылық бөлшектердің нәтижесінде пайда болады. Көктайғақтың пайда болуы сымдарға, сым арқандарға, тіректерге қосымша тік күш түріндегі едәуір механикалық жүктеменің пайда болуына алып келеді. Бұл сымдар, сым арқандар мен тірек желілерінің беріктік қорын азайтады. Бұдан басқа, температура көтерілуі жағдайдағыдай көктайғақ уақытында, жер беті мен төменгі нүктелерге дейінгі сымдардың қашықтығы қысқартылады. Көктайғақтың пайда болу нәтижесінде, сым үзілістері мен тіректердің сынуы орын алады.

Ауаның ластануы күлдің бөлшегі, цемент тозаңы, химиялық қосылыстардың (тұздардың) және т.б. болуымен байланысты. Теңіз жағасында ауадағы тұздардың көп болғандығына байланысты ластануы алюминийдің белсенді тотығуына және сымның механикалық беріктігін бұзуға әкелуі мүмкін. ӘЖ-нің ағаш тіректерінің зақымдануы оның ыдырауына байланысты.

Тербеліс – бұл сымдардың жоғары жиілікті (5 - 50 Гц), қысқа толқын ұзындықты (2-10 м) және шағын амплитуданың (2-3 сым диаметрі) ауытқуы. Бұл ауытқулар үздіксіз орын алатын және ауаның сым бетінде айнала аққан құйындауынан әкелетін әлсіз желден туындайды. Тербеліс салдарынан сым материалының «қажуы» орын алады және тірек жанындағы қыстырғыштарға жақын сымды бекіту нүктелерінің маңында жекелеген сымдардың үзілуі болады. Бұл сым қималарының әлсіреуіне, кейде олардың үзілуіне әкеледі.

Сымдардың «секіруі» – бұл олардың төмен жиілігі (0,2-0,4 Гц), үлкен толқын ұзындығы (бір немесе екі аралықтары) және маңызды амплитудасы (0,5-5 м және одан көп) бар тербелістер. Бұл тербелістердің ұзақтығы, әдетте, кішкентай, бірақ кейде бірнеше күнге жетеді. Сымдардың секіруі әдетте салыстырмалы түрде сымдардың көбінесе үлкен қималарындағы қатты жел мен көктайғақта байқалады. Сымдардың секіруі кезінде сымдар мен тіректерге әсер ететін үлкен механикалық күштер бар, олар көбінесе сым үзілістерін тудыратын, кейде тіректерді қиратуға алып келеді. Сымдардың секіруі салыстырмалы түрде сирек кездеседі, бірақ ауыр ӘЖ-лерінің апаттарына алып келеді.

ӘЖ-нің апаты адамдардың және жануарлардың өліміне, өрттерге, сондай-ақ ірі материалдық шығындарға алып келуі мүмкін. Сондықтан әуе желілерін жобалау мен салу

үшін маңызды міндеттерінің бірі олардың механикалық беріктігін қамтамасыз ету болып табылады.

Әуе желілерінің **механикалық беріктігі** – бұл желден, көктайғақ пайда болуынан, температураның өзгеруінен, өз салмағынан туындайтын механикалық жүктемелерге төзетін және басқа да факторлардың салдарынан туындайтын сымдардың, найзағайдан қорғайтын сым арқандардың, тіректердің қабілеттілігі. ӘЖ-нің механикалық беріктігі электр желісінің жұмыс істеу сенімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Бұл ӘЖ-нің сымдар мен құрылғыларының беріктігіне қатысты.

ӘЖ-нің әр түрлі аумақтарындағы сымдардың номиналды кернеу және үнемделген орынды қималары желілердің электрлік бөлік жобасында анықталады. Стандартталған және стандартты тіректерде тұрғызылатын ӘЖ-нің құрылымдық бөлігін жобалау кезінде барлық қажетті типтегі тіректердің нақты құрылымдары таңдалып, оларды жол бойымен орналастыруы және есептемелік режимдегі беріктігін тексеруі жүзеге асырылады. Сонымен қатар, ӘЖ-нің құрылымдық бөлігін жобалау кезінде сымдар, найзағайдан қорғайтын сым арқандар, оқшаулатқыштар мен арматуралар механикалық беріктік жағдайына сәйкес есептеледі.

ӘЖ-ін құрылымдық бөлігін жобалау кезінде, сымдар мынадай бастапқы шарттар негізінде рұқсат берілетін кернеулер әдісімен механикалық беріктігі үшін:

- 1) ең үлкен сыртқы жүктеме кезінде;
- 2) төмен температурада және сыртқы жүктеме жоқ кезінде;
- 3) орташа жылдық температурада және сыртқы жүктеме жоқ кезінде есептелінеді.

Бұл есептеу мыналарды қамтиды:

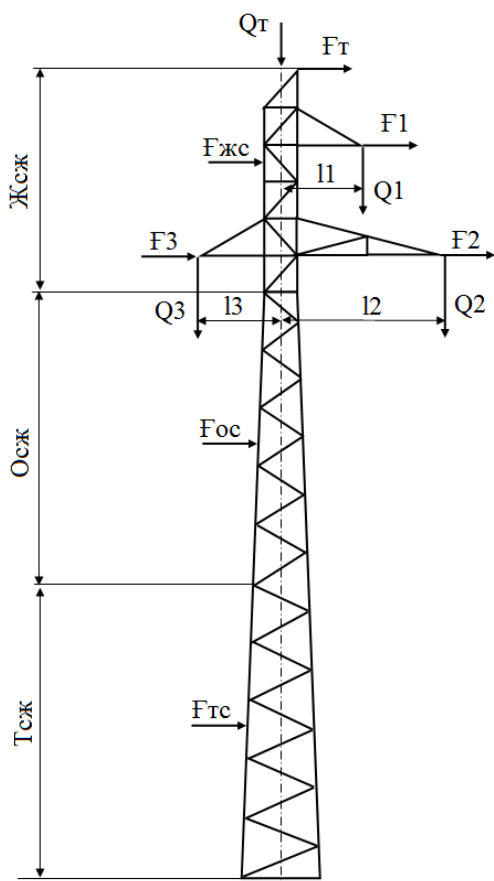
- 1) сымдарға әсер ететін механикалық жүктемелер;
- 2) әртүрлі жұмыс жағдайындағы сымдардағы механикалық жүктемелер;
- 3) сымдардың ең көп салбырау жебесі.

Осы есептеулердің нәтижелері сымдардағы механикалық кернеулердің рұқсат етілуін, сондай-ақ олардың салбырау жебелерін f тексеру үшін қажет. Бұдан басқа, сымдардың беріктігін есептеулерінің нәтижелері ӘЖ-нің тіректерін таңдау, орналастыру және есептеу үшін, сондай-ақ аралықтың ұзындығы мен климаттық жағдайларындағы салбырау жебесінің монтажды тәуелділігін тұрғызу үшін қажет. Осы тәуелділіктерді алу үшін белгілі бір климаттық аймақтың түрлі температура кезіндегі сымдардың салбырау жебесі арқылы әрбір нақты аралықтарын табу керек. Біз осындай салбырау жебелерін **монтажды** деп, ал бұл реттегі сымдардағы жағдайларды монтажды тартылуы, себебі бұл мәндер ауа-райының өзгеруі салдарынан қирауын болдырмау үшін сымды орнатқанда қамтамасыз ету тиіс.

ЭҚОЕ [1] сәйкес, ӘЖ-індегі сымдарды есептеу рұқсат берілетін **кернеулер** әдісімен, оқшаулатқыштар мен арматураларды есептеу – қиратушы **жүктемелер** әдісіне сәйкес жүргізіледі. Екі әдіс бойынша есептеулер нормативтік жүктемелерге сәйкес жасалады. ӘЖ-нің тіректері мен негіздерін есептеу **шектік күй** әдісімен жүзеге асырылады.

Қарастырылып отырған жұмыста **әуеэлектр беріліс желісін және аралық темір тіректі**(1-сурет) есептеуге ақырғы элементтер әдісін қолданып, қолданбалы SCAD және LIRA-SOFT программалар жүйелерінде есептеу тәсілдері қарастырылған.

Баяндамада, тек аралық темір тіректің, жоғарыда аталған әдіспен, кернеулі-деформациялы күйін зерттеу қарастырылады.



1-сурет. Аралық темір тіректің есептеу сызбасы

Нәтижесінде, есептеу сызбасына – көлденең жалпы жүктемелерінің әсерлері түсіріледі: жел қысымынан сымдарға (F_1, F_2, F_3), тіректің жоғарғы бөлімінің қырларына ($F_{жс}$), сым арқандарға (F_t)

$$F_{\Sigma} = F_1 + F_2 + F_3 + F_{жс} + F_t. \quad (1)$$

$F_{ос}$ ортаңғы мен $F_{тс}$ төменгі бөлімдеріндегі желдің қысымынан туындаған көлденең жүктемелер; сымдар мен оқшаулағыш тізбектердің (Q_1, Q_2, Q_3) салмақтары бойынша центрлік-түсірілген тік жалпы күш, сым арқандардың салмақтары (Q_t)

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_t \quad (2)$$

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Крюков К. П., Новгородцев Б.П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи. – Л.: Энергия, 1979. – 312 с.
2. Магидин Ф. А. Сооружение линий электропередачи. – М.: Высш. шк., 1987. –264 с.
3. Дузельбаев С. Инженерлік механика. Жоғары кәсіптік «Сәулет» және «Құрылыс» саласындағы мамандар әзірлейтін оқу орындарының студенттеріне арналған оқулық. – Алматы: Дәуір, 2013. – 576 б.
4. Материалдар кедергісі І. Оқулық жоғары кәсіптік мамандар әзірлейтін техникалық оқу орындарының студенттеріне арналған.– Алматы: Бастау, 2014. – 384 б.

Тіректің түрі –бір қадалы еркін тұрған аралықты тірек; тордың түрі – үшбұрышты; іргелес қырлардың түйіндерінің орналасу үлгісі – түйіндері сәйкес емес; есептемелік режимі – апаттық – траверстің төменгі сол жағындағы сымның бұзылуы; $T=11$ кН үзіліс кезіндегі кернеу; тор элементтерінің материалы – $R=240$ МПа есептік кедергісі бар болат; тордың элементтерін дайындау үшін пайдаланылатын прокаттың түржиыны – тең үйірлі бұрыш (ГОСТ 8509-86); тор элементтерінің бекітілген түрі – қиғаш тұрған тіректі тікелей бір бұрандамамен белбеуге бекіту; төменгі бөлімнің биіктігі $H_1=15$ м; діңгектің жоғарғы бөлігінің ені $b=1$ м; табандағы тіректің негізі $V=2,5$ м; траверстің төменгі сол жақ ұзындығы $l_t=4$ м.

ЭБЖ-нің тіректеріне келесі күштер әрекет етеді:

- жел қысымынан туындайтын көлденең бүйір жүктемелер;
- сымдар мен оқшаулағыштар тізбегіне, сым арқандардың салмақтарына, тіректердің өзіндік салмақтарына байланысты тік жүктемелер және т.б.;
- сымдардың теңгерілмеген салмақтарынан, олардың тіректегі үшбұрышты орналасу жағдайындағы, тік жазықтыққа түсірілетін иілу моменті;
- теңгерілмеген сымдарды керу кезінде туындайтын бұрау моменті.