

**Keywords:** electricity, electricity supply, solar-wind balance, renewable sources, agro-industrial complex.

FTAXP 68.85.15

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/52>

*А.С. Талдыбаева, М.Ж. Исаханов, Т.С. Дюсенбаев, Е.С. Ержигитов,  
Н.И. Молдыбаева\*, С.Т. Демесова*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақста,  
[taldybaeva\\_aigul@mail.ru](mailto:taldybaeva_aigul@mail.ru), [imuratbek@mail.ru](mailto:imuratbek@mail.ru), [tdyusenbaev@mail.ru](mailto:tdyusenbaev@mail.ru),  
[ergigitov.erken@mail.ru](mailto:ergigitov.erken@mail.ru), [moldybayeva78@mail.ru](mailto:moldybayeva78@mail.ru)\*, [saule.demesova@mail.ru](mailto:saule.demesova@mail.ru)*

## **ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚЫРЫҚТЫҚ ОРНЫН ЭНЕРГИЯМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ**

### *Аңдатпа*

Мақалада шалғайдағы жылжымалы қырықтық орнын энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің орнықтылығын зерттеу мәселелері қарастырылады.

Жылжымалы қырықтық орнында негізгі энергия тұтынушылар – қырықтық машиналарында қолданылатын әмбебап коллекторлы электр қозғалтқыштар. Бұл қозғалтқыштардың тұрақты және сенімді жұмысы тікелей күн фотоэлектрлік қондырғысының орнықтылығына байланысты. Күн фотоэлектрлік қондырғысы мен электр қозғалтқыштарының қуаттары тең шамалас болғандықтан, өтпелі режимдер кезінде қозғалтқыштардың іске қосыла алмай қалуы немесе жұмыс тұрақсыздығы сияқты тәуекелдіктер орын алуы мүмкін. Мұндай құбылыстар қырықтық үрдісінің үзілуіне немесе жалпы жүйенің тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Осыған байланысты мақалада әмбебап коллекторлы электр қозғалтқыштарының жұмыс режимдері жан-жақты қарастырылып, олардың өтпелі режимдеріне теориялық, эксперименталдық зерттеулер жүргізілген және математикалық моделі құрастырылып, MATLAB/Simulink бағдарламалық ортасында имитациялық модельдер әзірленіп талданған. Жүйені зерттеу барысында қозғалтқыштардың іске қосылу ерекшеліктері, жүктеме өзгерістеріне реакциясы, сондай-ақ тұрақты және өтпелі режимдердегі динамикалық сипаттамалары талданды.

Зерттеу нәтижесінде қырықтық машиналарын әртүрлі ретпен қосу кезіндегі өтпелі үдерістердің осциллограммалары алынған және олардың сипаттамалары зерттелген. Имитациялық модельдеу нәтижелері эксперименттік деректермен салыстырылып, олардың өзара сәйкестігі тексерілген. Алынған нәтижелер шалғайдағы жылжымалы қырықтық орындарын энергиямен тұрақты қамтамасыз ету жүйесін оңтайландыруға және әмбебап коллекторлы қозғалтқыштардың тиімді жұмыс режимдерін анықтауға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** ауылшаруашылығы, жылжымалы қырықтық орны, энергиямен қамтамасыз ету жүйесі, күн фотоэлектрлік станциясы, әмбебап коллекторлық электр қозғалтқыштар, MatLab/Simulink.

### **Кіріспе**

Қазақстандағы қой шаруашылығы қашанда ауыл шаруашылығы өндірісінің ең күрделі саласы болып келген және болып қала береді. Қой шаруашылығынан алынатын өнімдердің маңызды түрлерінің бірі - жүн болып табылады. Алынған жүннің сапасы мен мөлшері көбінесе қойларды машинамен қырку кезінде жұмыс үдерісінің қалай ұйымдастырылғанына, қандай технология мен техникалық құралдардың қолданылуына байланысты.

Шаруашылықтарда қойларды машинамен қырку үшін, технологиялық, эксплуатациялық, техникалық-экономикалық көрсеткіштері бойынша стационарлық, тасымалданатын және автономды жылжымалы қырықтық болып жіктелетін бірқатар қондырғылар қолданылады.

Қой басы салыстырмалы түрде көп болмайтын шаруашылықтар басым келеді, сондықтан қой шаруашылығындағы қалыптасып отырған жағдайға байланысты автономды жылжымалы қырықтық орындары (ЖҚО) ең тиімді болып табылады. Шалғай өңірлерде жұмыс істеу үшін ең қолайлы автономды энергиямен қамтамасыз етудің негізгі нұсқаларын талдай келе, жылжымалы қырықтық орынын энергиямен қамтамасыз ету үшін автономды күн фотоэлектрлік станциясы таңдалды [1]. Күн фотоэлектрлік қондырғының (КФЭҚ) құрамына фотоэлектрлік түрлендіргіштер, контроллер, аккумуляторлық батарея, инвертор кіреді. Автономды КФЭҚ-дың оңтайлы параметрлерін анықтау үшін инженерлік есептеу әдістемелерін қарастыру қажет болды. Автономды КФЭҚ-да негізгі оңтайландырылған параметрлер: күн батареясының ауданы; аккумуляторлық батареяның сыйымдылығы мен саны [2]. Аккумуляторлық батареяның сыйымдылығы тұтынушының жүктемесіне және тікелей күн сәулесінің болмауының болжамды ұзақтығына тәуелді. Автономды КФЭҚ нысанасының технологиялық жұмыс режимдеріне сәйкес, сондай-ақ ең аз шуақты күндері мен күн сәулесінің қарқындылығымен бір айға есептелді. КФЭҚ үшін фотоэлектрлік түрлендіргіш қуатының, аккумулятор сыйымдылығының ұтымды арақатынасы табылды. Электр қабылдағыштардың техникалық сипаттамаларына талдау жүргізіліп, электр энергиясын орташа айлық және ең жоғары тұтынушы анықталды, тұтынушының электр жүктемесінің графигі тұрғызылды. Жылжымалы қырықтық орынға қатысты өндірістік цикл кезеңдеріндегі электр жүктемесінің тәуліктік графиктері тұрғызылып, талданды. Жүйенің жұмыс режимі-бұл тұтынушының уақыт бойынша энергия тұтыну графигі [3]. Жылжымалы қырықтық орынның негізгі тұтынушысы қырықтық машиналардың электрқозғалтқыштары. Қырықтық машиналарындағы әмбебап коллекторлы электр қозғалтқыштарының жүрісі КФЭҚ орнықты жұмысын анықтайды. КФЭҚ мен электр қозғалтқыштарының қуаттары тең шамалас, өтпелі режимдер кезінде қозғалтқыштардың төңкерілуі немесе іске қосыла алмай қалу тәуекелдіктері бар. Сондықтан, әмбебап коллекторлы электр қозғалтқыштарының жұмыс режимдерін толық қарастырып, өтпелі режимдерді теориялық және эксперименталдық тұрғыдан зерттеу қажеттілігі туындайды.

### ***Әдістер мен материалдар***

Әмбебап коллекторлы электр қозғалтқышының математикалық моделін қарастырамыз, қозғалтқыштың электрлік және механикалық бөліктерінің негізгі теңдеулерінің шешімін іздестіреміз. Бұл үшін MATLAB/Simulink бағдарламалық ортасында имитациялық модельдер тұрғызып нәтижелерін талдаймыз.

1-суретте жылжымалы қырықтық орнының аккумуляторлық күн фотоэлектрлік станциясының сұлбасы көрсетілген.

Жылжымалы қырықтық орны әмбебап коллекторлы электр қозғалтқыштарымен жинақталған қырықтық машиналарымен жабдықталған. Бұл қозғалтқыштардың КФЭҚ жүйесіндегі жұмысы айтарлықтай үлкен іске қосу токтарымен, күрт айнымалы соққылық сипатта болады.

Сондықтан осы қозғалтқыштардың іске қосылу режимін және энергиямен қамтамасыз ету жүйесінің орнықтылығын зерттеу қажеттілігі туындайды [4].

Әмбебап коллекторлық электр қозғалтқышы - тұрақты және бірфазалық айнымалы токтың торабынан жұмыс істей алатын айналмалы электр қозғалтқышы.

Тұрақты токпен қоректендіру кезінде, әмбебапты коллекторлық электр қозғалтқыштары асинхронды қозғалтқыштармен салыстырғанда келесі артықшылықтарға ие:

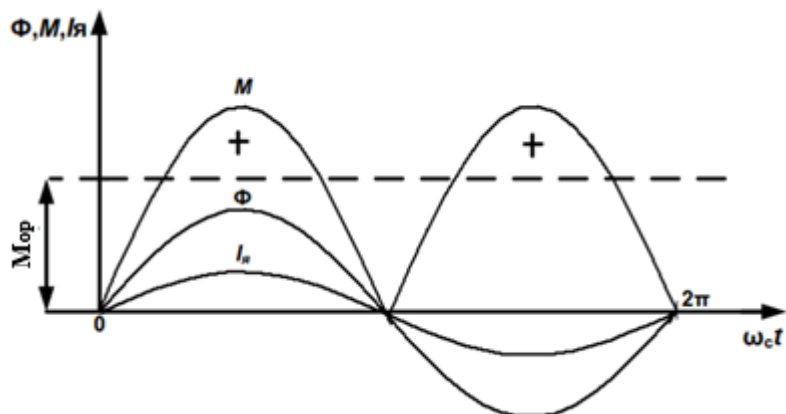
- жоғары айналу жылдамдығы (3000 айн/мин астам);
- қоректендіру кернеуінің шамасын өзгерту арқылы айналу жылдамдығын тегіс және үнемді реттеу мүмкіндігі;



Егер гистерезис пен құйынды токтардың шығындарын ескермесек, онда қоздырушы пульстеуші  $\Phi$  магнит ағыны:

$$\Phi = \Phi_m \sin \omega_c t, \quad (2)$$

фаза бойынша якордің тоғымен  $i_a$  сәйкес келеді (3-сурет).



**Сурет 3.** Тізбектей қоздырылатын электр қозғалтқышының магнит ағынының, айналу моментінің және якорь тоғының тәуелділігі

Магнит ағыны  $\Phi$  мен якорь тоғының  $i_a$  өзара әрекеттесуі нәтижесінде қозғалтқышта  $M$  момент пайда болады және ол айнала бастайды. Электр қозғалтқышын дамытатын айналмалы электромагниттік момент якорь тоғына магнит ағынының көбейтіндісіне тәуелді:

$$M = K \Phi i_a, \quad (3)$$

мұндағы  $K$  - қозғалтқыштың конструктивтік коэффициенті.

(3) формулаға (1) және (2) формулалардың мәндерін қойып, түрлендірулерді орындап алатынымыз:

$$M = \frac{1}{2} K \Phi_m I_m - \frac{1}{2} K \Phi_m I_m \cos 2\omega_c t = M_{\text{тұр}} + M_{\text{айн}}, \quad (4)$$

Кез-келген уақыт сәтінде тізбектей қоздырылатын электр қозғалтқышы дамытатын айналу моменті оң болады. Сондықтан, орташа айналу моменті  $M_{\text{орт}} = M_{\text{тұр}}$  тізбектей қоздыру кезінде электр қозғалтқышы дамытатын параллельді қоздыру жағдайына қарағанда жоғары.

Айнымалы токпен қоректендіру кезінде әмбебапты коллекторлық электр қозғалтқышының математикалық моделі келесідей түрге ие:

$$\begin{cases} 0 = i_{\text{КТ}} R_{\text{КТ}} + w_{\text{КТ}} \frac{d\Phi}{dt} \\ U_a = E + i_a R_{a\Sigma} + L_{a\Sigma} \frac{di_a}{dt} + w_{\text{К}} \frac{d\Phi}{dt}, \\ E = K \Phi \omega \\ M - M_c = J \frac{d\omega}{dt} \\ M = K \Phi i_a \end{cases} \quad (5)$$

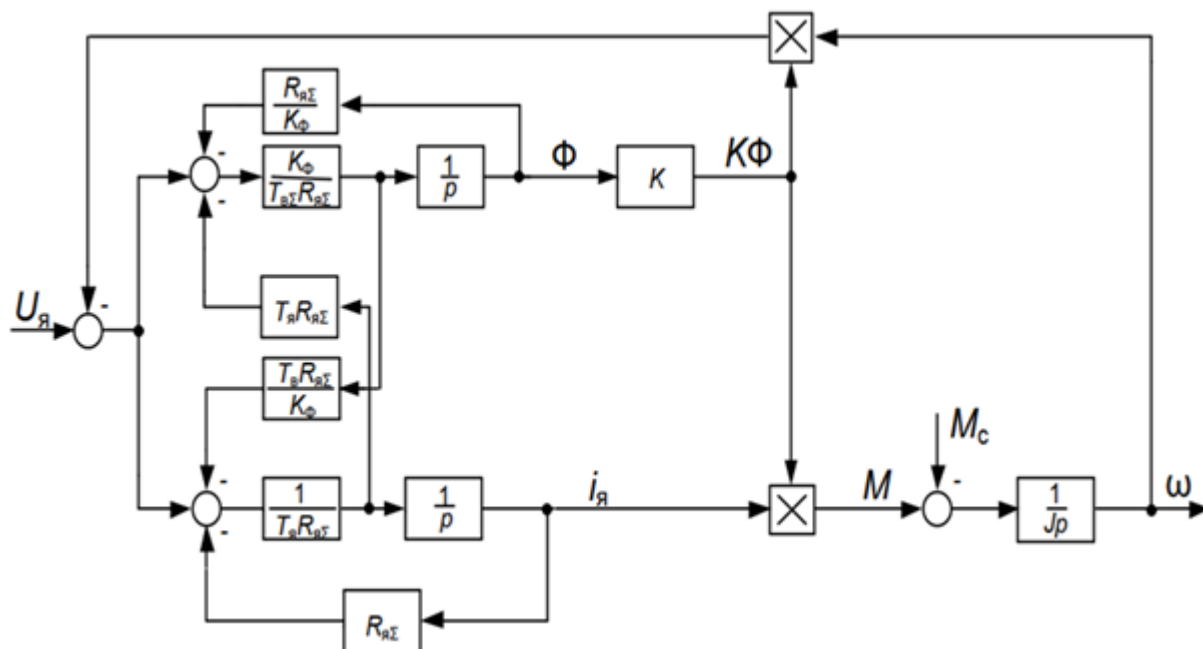
мұндағы  $i_{\text{КТ}}$  - құйынды ток, А;  $R_{\text{КТ}}$  - құйынды ток өтетін тізбектің кедергісі, Ом;  $R_{a\Sigma}$  - якорь тізбегінің кедергісі, Ом;  $w_{\text{К}}$  - қоздыру орамасының орамдарының саны;  $w_{\text{КТ}}$  - фиктивтік қысқа тұйықталған орамасының орамдар саны;  $U_a$  - якорь орамасының кернеуі, В;  $E$  - қозғалтқыштың э.к.к., В;  $L_{a\Sigma}$  - якорь тізбегінің индуктивтілігі, Гн;  $\omega$  - қозғалтқыштың бұрыштық айналу жылдамдығы, рад / с;  $M_c$  - статикалық кедергінің моменті, Н·м.

Түрлендіру нәтижесінде мынадай теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{я\Sigma}} U_{я} = \frac{K\Phi}{R_{я\Sigma}} \omega + \frac{\Phi}{K\Phi} + T_{я} \frac{di_{я}}{dt} + \frac{T_{к\Sigma}}{K\Phi} \cdot \frac{d\Phi}{dt} \\ \frac{1}{R_{я\Sigma}} U_{я} = \frac{K\Phi}{R_{я\Sigma}} \omega + i_{я} + T_{я} \frac{di_{я}}{dt} + \frac{T_{к}}{K\Phi} \cdot \frac{d\Phi}{dt} , \\ K\Phi i_{я} = J \frac{d\omega}{dt} + M_{к} \end{cases} \quad (6)$$

мұндағы  $R_{я\Sigma}$  - якорь тізбегінің кедергісі, Ом;  $U_{я}$  - якорь орамасының кернеуі, В;  $K$  - қозғалтқыштың конструктивтік коэффициенті;  $T_{я}$  - якорь орамасының уақыт тұрақтысы, с;  $T_{к}$  - қоздыру орамасының уақыт тұрақтысы, с;  $T_{к\Sigma}$  - құйынды токтарды ескере отырып, қозу тізбегінің эквивалентті уақыт тұрақтысы, с.

Алынған теңдеулер жүйесі бойынша MatLab/Simulink ортасында әмбебапты коллекторлық электр қозғалтқышының құрылымдық алгоритмдік сұлбасын құраймыз (4-сурет). Кіріс сигналы ретінде якорь тізбегінің қоректендіру кернеуін  $U_{я}=U_m \sin \omega_c t$ , ал шығыс координаты ретінде әмбебапты коллекторлық электр қозғалтқышының бұрыштық айналу жылдамдығын  $\omega$  қабылдаймыз.



**Сурет 4.** Электромагниттік үдерістерді ескерілуімен  
әмбебап коллекторлық электр қозғалтқышының құрылымдық сұлбасы

мұндағы  $K_{\Phi}$  - магниттеу қисығы бойынша анықталатын магнит ағынының коэффициенті;  $J$  - электржетегінің инерция моменті, р-оператор.

Егер якорь мен қоздыру орамаларындағы электромагниттік үдерістерді елемейтін болсақ, яғни  $T_{я} \frac{di_{я}}{dt} = 0$  және  $\frac{T_{к}}{K\Phi} \cdot \frac{d\Phi}{dt} = 0$  болса, онда теңдеулер жүйесі (6) келесідей болады:

$$\begin{cases} \frac{1}{R_{я\Sigma}} U_{я} = \frac{K\Phi}{R_{я\Sigma}} \omega + \frac{\Phi}{K\Phi} \\ \frac{1}{R_{я\Sigma}} U_{я} = \frac{K\Phi}{R_{я\Sigma}} \omega + i_{я} , \\ K\Phi i_{я} = J \frac{d\omega}{dt} + M_{к} \end{cases} \quad (7)$$

Теңдеулер жүйесінің негізінде (7) әмбебап коллекторлық электрқозғалтқыштың ықшамдалған құрылымдық сұлбасын аламыз (5-сурет).



$$z_n = z_0 \cdot l, \text{ Ом} \quad (10)$$

мұндағы  $z_0$ —желінің меншікті толық кедергісі, Ом;

$l$ —желінің ұзындығы, м.

Қырку машинасының қозғалтқышының қысқа тұйықталуының толық кедергісі

$$z_{\partial\partial} = \frac{U_n}{I_{н. \partial\partial} \cdot k_i}, \text{ Ом} \quad (11)$$

мұндағы - қозғалтқыштың номинальнй тоғы;

Қырку машинасының электр қозғалтқышының іске қосылу мүмкіндігінің шарттары бойынша кернеудің шекті төмендеуі

$$\Delta U_{\partial\partial} = \left( 1 - \sqrt{\frac{M_{прог} + M_{изб}}{M_{пуск. \partial\partial}}} \right) \cdot 100, \% \quad (12)$$

мұндағы  $M_{прог}$  - қырку машинасының қозғалу моменті ;

Қырку машинасының қозғалтқышы толығымен жүктелді деп қабылдаймыз;

$M_{изб}$  - іске қосу кезіндегі қажетті үстеме момент;

$M_{пуск. \partial\partial}$  - қозғалтқыштың іске қосылу моменті.

Келесідей шарт

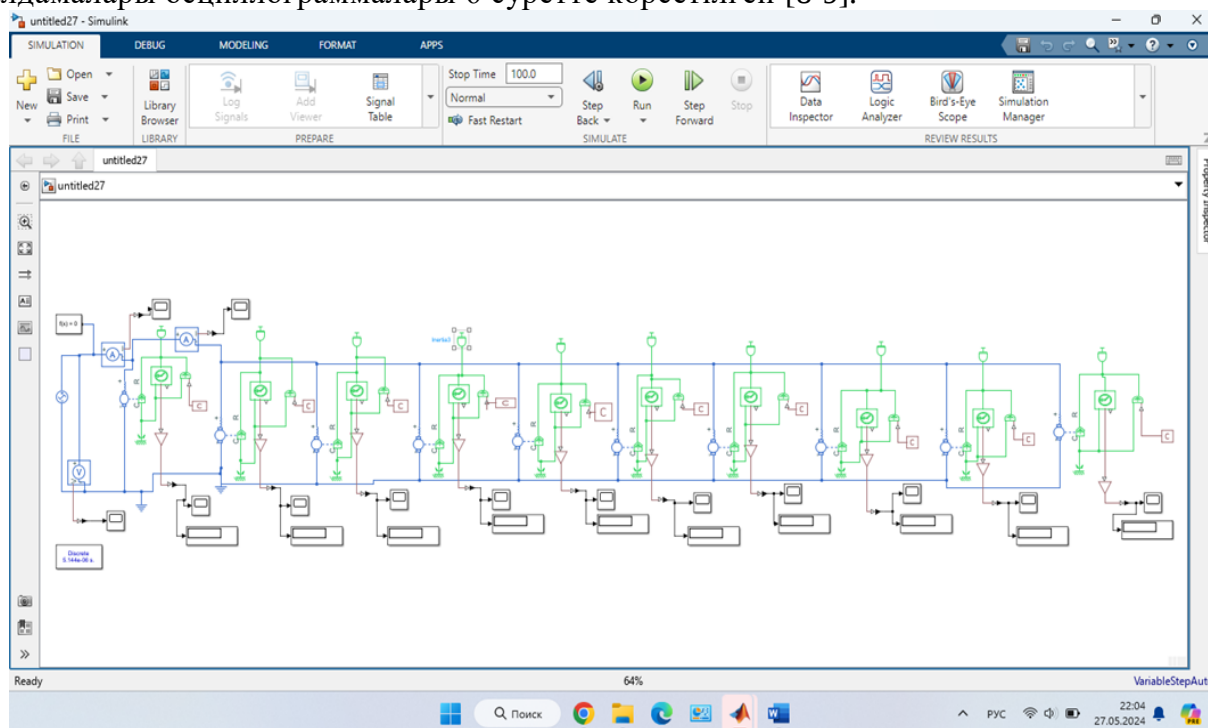
$$\Delta u_{\phi} \leq \Delta u_{\partial. \partial\partial} \quad (13)$$

орындалған кезде қозғалтқыштың қалыпты іске қосылуы қамтамасыз етіледі.

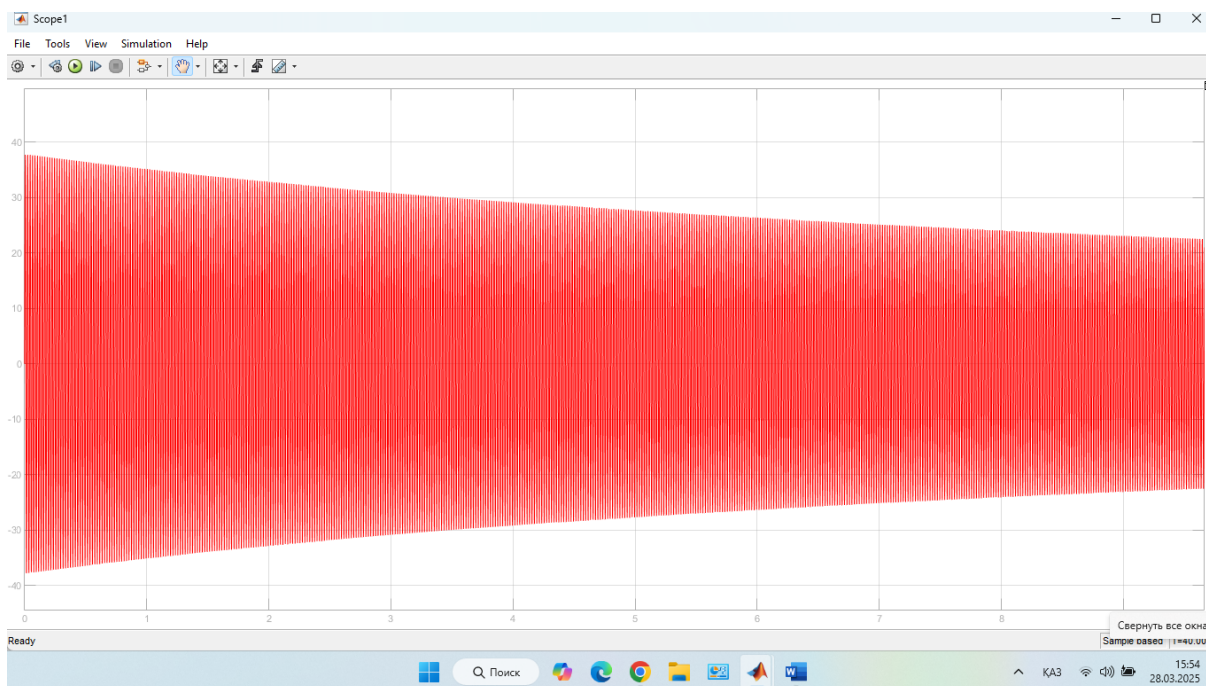
### Нәтижелер және талқылау

Жоғарыда айтылғандардың негізінде MATLAB/Simulink бағдарламалық ортасында имитациялық модельдер тұрғызылды.

MatLab/Simulink ортасында жасалған он әмбебап коллекторлық электрқозғалтқышының имитациялық моделі және модельдеуден алынған есептеулердің талдамалары осциллограммалары 6 суретте көрсетілген [8-9].



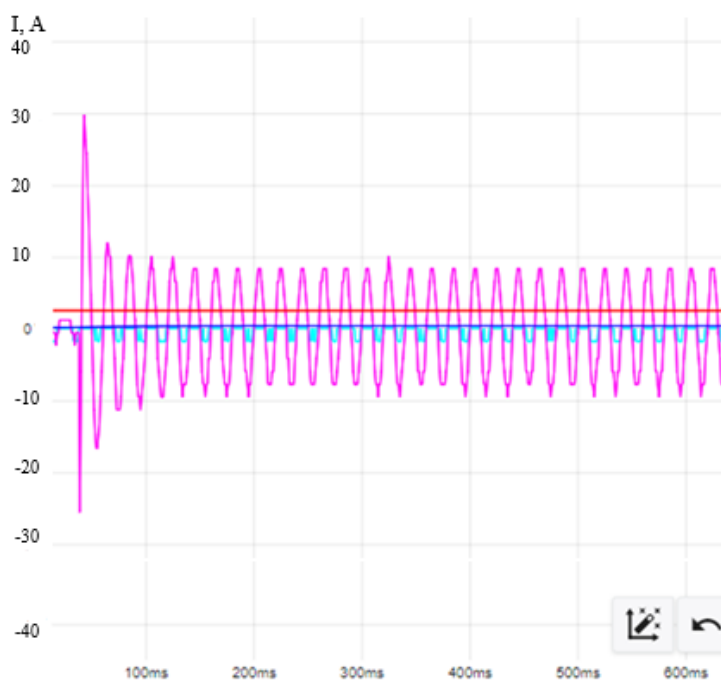
Сурет 6. Он әмбебап коллекторлық электрқозғалтқыштардың имитациялық моделі.



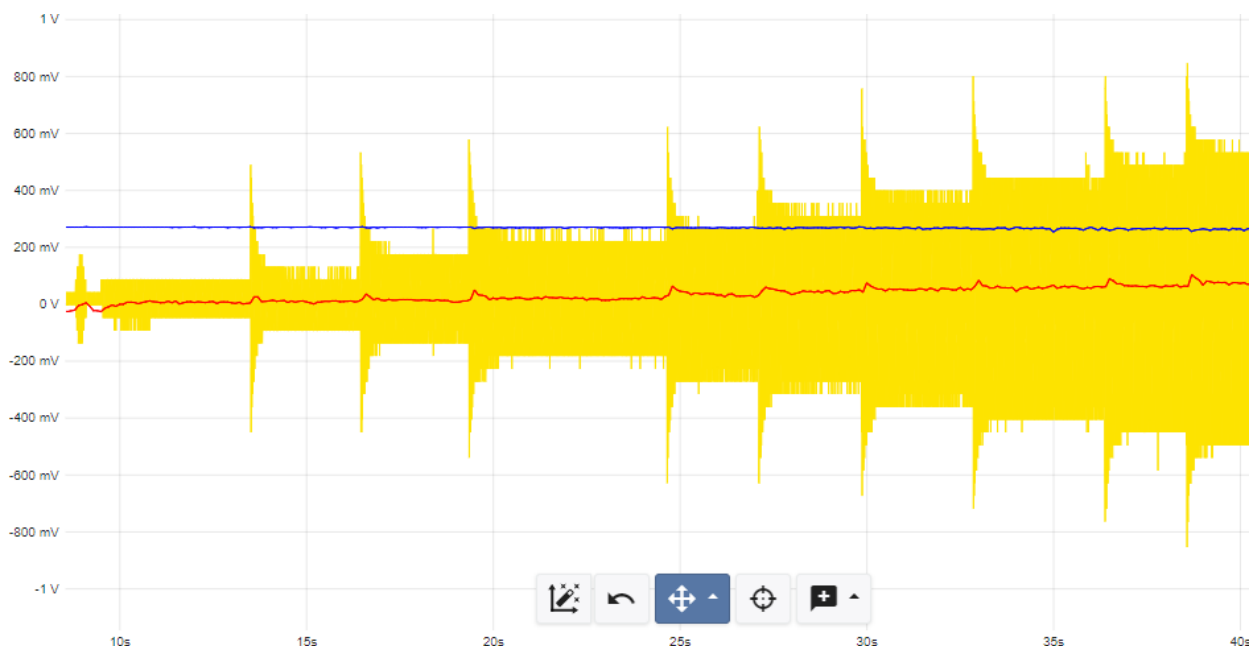
**Сурет 7.** Имитациялық модельдегі он әмбебап коллекторлық электрқозғалтқыштардың ток күшінің осциллограммасы

7- суреттен, он әмбебап коллекторлық электрқозғалтқышты қосқандағы токтың мәні  $I=32,0\text{A}$  екенін көруге болады.

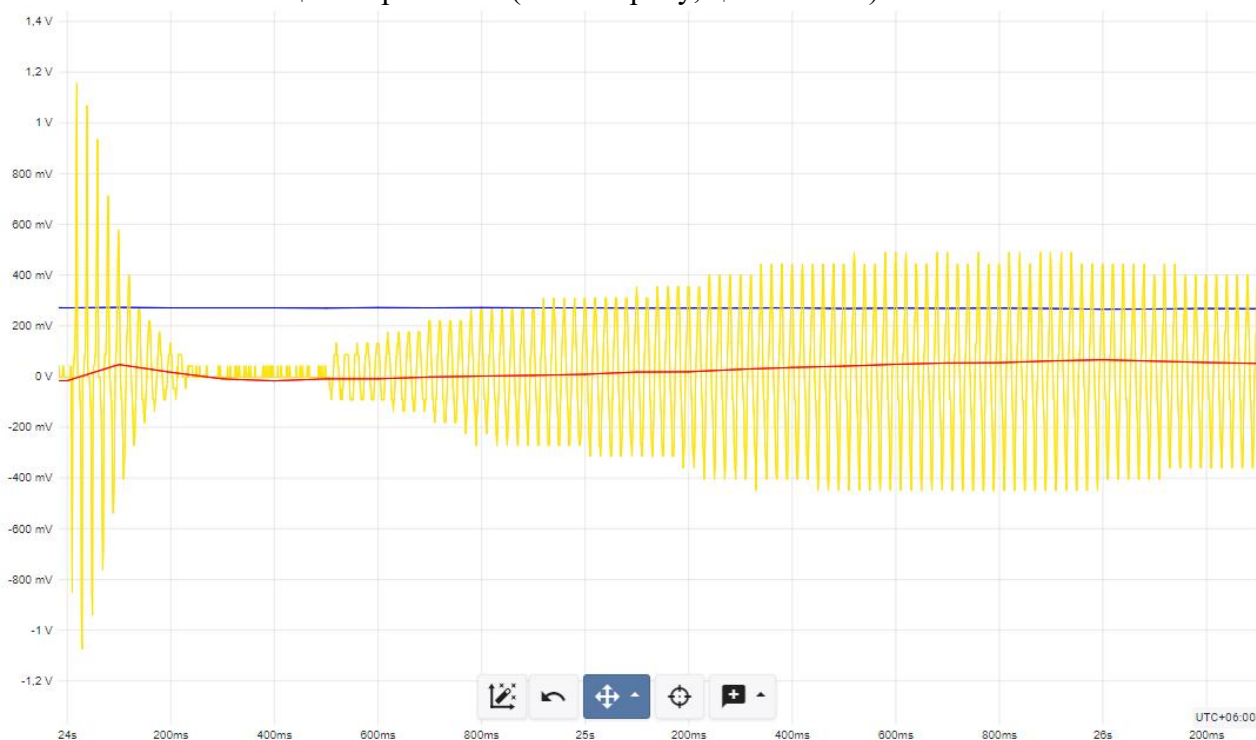
Жүйені эксперименттік зерттеу нәтижесінде қырықтық машиналарын әртүрлі ретпен қосу кезінде өтпелі үдерістер анықталды. Тәжірибелер айнымалы токта және тұрақты токта да жүргізілді. Эксперимент кезінде түсірілген осциллографтың, сканерленген осциллограмма келесі суреттерде көрсетілген. 8-суретте қозғалтқышты іске қосудың өтпелі үрдісінің эксперименттік графигі, ал 9- суретте он әмбебап коллекторлық электрқозғалтқыштарды кезекпен қосқандағы осциллограмманың көрінісі. 10- суретте он әмбебап коллекторлық электрқозғалтқыштарды бір уақытта қосқандағы осциллограмманың көрінісі.



**Сурет 8.** Қозғалтқышты іске қосудың өтпелі үрдісінің эксперименттік графигі



**Сурет 9.** Қырықтық машиналарын кезекпен қосу кезіндегі өтпелі үдерістерінің осциллограммасы (көк – кернеу, қызыл - ток)



**Сурет 10.** Қырықтық машиналарын бір уақытта қосу кезіндегі өтпелі үдерістерінің осциллограммасы (көк – кернеу, қызыл - ток)

### **Қорытынды**

1. Әмбебапты коллекторлық қозғалтқышты Matlab/Simulink ортасында модельдеу, оның жүргізіп жіберу сипаттамасын, жүргізіп жіберу ұзақтылығын бағалауға мүмкіндік берді:  $t_{жүрг} = 500$  мс,  $I_{max} = 18,5$  А.,  $M_{ном} = 0,477$  Н·м,  $M_{ік} = 1,9$  Н·м,  $M_{трөг} = 1,2$  Н·м,  $M_{арт} = 0,7$  Н·м

2. Қозғалтқыштардың қалыпты іске қосылуы қамтамасыз етіледі, кернеудің шекті төмендеу мәні 20,53%, ал нақты төмендеуі 17,86% болады.

3. Жүйені эксперименттік зерттеу нәтижелері Matlab/Simulink ортасында модельдеу сипаттарына сәйкес келеді.

4. КФЭЖ мен электр қозғалтқыштарының қуаттары тең шамалас болғанда күн фотоэлектрлік қондырғысының орнықты жұмысы қамтамасыз етіледі.

### Әдебиеттер тізімі

1. Омаров Р.А., Исаханов М.Ж. Талдыбаева А.С. Обоснование параметров солнечной электростанции передвижного стригального пункта. Совершенствование методологии познания в целях развития науки. Ч.2. Сборник статей Международной научно- практической конференции г. Волгоград. 17.04.2019г. С. 84-88
2. Телегин, В. В. Оптимизация структуры и параметров автономных электрогенерирующих комплексов [Текст] /В. В Телегин // Фундаментальные исследования. Технические науки. - 2013. - №8. - С. 312 - 317.
3. С.А.Кешуов, Г.Д.Турымбетова, Н.И.Молдыбаева, А.С.Талдыбаева, С.Т. Демесова, Е.С. Ержигитов. Матрица поиска решения для систем автономного электроснабжения агропромышленных комплексов с возобновляемыми источниками энергии. Ізденістер, нәтижелер. - 2024. №2, с. 481-497.
4. Анищенко Н.В. Компьютерное моделирование электроприводов бытовой техники: уч. пособ. / Харьков: Підручник НТУ «ХПІ», 2015. – 95 с.
5. <https://www.vernismotors.com/en/project/universal-motors/> Технические характеристики универсального коллекторного электродвигателя.
6. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. – М. Колос, 1984.- 288л.
7. Матаев Ө.М., Үмбетқұлов Е.К., Абдурахманов А.А. Электроэнергетика практикумы.- Оқу құралы.- А.: ҚазҰАУ, 2010-154 б.
8. Герман-Галкин С.Г., Кардонов Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК.- СПб.: КОРОНА принт, 2007.- 265 с., ил.
9. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. - 288 с., ил.
10. Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Алексеев И.П. Критерии и методика обоснования эффективности инновационных технических средств в овцеводстве. Вестник ВНИИМЖ №2(34) - 2014. стр. 150 - 157.

### References

1. Omarov R.A., Isahanov M.Zh. Taldybaeva A.S. Obosnovanie parametrov solnechnoj elektrostancii peredvizhnogo strigal'nogo punkta. Sovershenstvovanie metodologii poznaniya v celyah razvitiya nauki. Ch.2. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno- prakticheskoy konferencii g. Volgograd. 17.04.2019g. S. 84-88
2. Telegin, V. V. Optimizaciya struktury i parametrov avtonomnyh elektrogeneriruyushchih kompleksov [Tekst] /V. V Telegin // Fundamental'nye issledovaniya. Tekhnicheskie nauki. - 2013. - №8. - S. 312 - 317.
3. S.A.Keshuov, G.D.Turymbetova, N.I.Moldybaeva, A.S.Taldybaeva, S.T. Demesova, E.S. Erzhigitov. Matrica poiska resheniya dlya sistem avtonomnogo elektrosnabzheniya agropromyshlennykh kompleksov s vozobnovlyaemymi istochnikami energii. Izdenister, nәtizheler. - 2024. №2, s. 481-497.
4. Anishchenko N.V. Komp'yuternoe modelirovanie elektroprivodov bytovoj tekhniki: uch. posob. / Har'kov: Pidruchnik NTU «HP1», 2015. – 95 s.
5. <https://www.vernismotors.com/en/project/universal-motors/> Tekhnicheskie harakteristiki universal'nogo kollektornogo elektrodvigatelya.
6. Fomenkov A.P. Elektroprivod sel'skohozyajstvennyh mashin, agregatov i potochnyh linij. – M. Kolos, 1984.- 288l.
7. Mataev O.M., Ymbetkulov E.K., Abdurahmanov A.A. Elektroenergetika praktikumy.- Oku kuraly.- A.: KazUAU, 2010-154 b.

8. German-Galkin S.G., Kardonov G.A. Elektricheskie mashiny: Laboratornye raboty na PK.- SPb.: KORONA print, 2007.- 265 s., il.
9. Chernyh I. V. Modelirovanie elektrotekhnicheskikh ustrojstv v MatLab, SimPowerSystems i Simulink. - M.: DMK Press; SPb.: Piter, 2008. - 288 s., il.
10. Mirzoyanc Yu.A., Firichenkov V.E., Alekseev I.P. Kriterii i metodika obosnovaniya effektivnosti innovacionnyh tehnikeskikh sredstv v ovcevodstve. Vestnik VNIIMZh №2(34) - 2014. str. 150 - 157.

***A.C. Талдыбаева, М.Ж. Исаханов, Т.С. Дюсенбаев, Е.С.Ержигитов,  
Н.И.Молдыбаева\*, С.Т.Демесова***

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы,  
Казахстан, [taldybaeva\\_aigul@mail.ru](mailto:taldybaeva_aigul@mail.ru), [imuratbek@mail.ru](mailto:imuratbek@mail.ru), [tdyusenbaev@mail.ru](mailto:tdyusenbaev@mail.ru),  
[ergigitov.erken@mail.ru](mailto:ergigitov.erken@mail.ru), [moldybayeva78@mail.ru](mailto:moldybayeva78@mail.ru)\*, [saule.demesova@mail.ru](mailto:saule.demesova@mail.ru)*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОГО СТРИГАЛЬНОГО ПУНКТА**

#### ***Аннотация***

В статье рассматриваются вопросы изучения устойчивости системы энергообеспечения отдаленных передвижных стригальных пунктов.

Основными потребителями энергии на передвижном стригальном пункте являются универсальные коллекторные электродвигатели, применяемые в стригальных машинах. Стабильная и надежная работа этих двигателей напрямую зависит от устойчивости солнечной фотоэлектрической установки. Поскольку мощности солнечной фотоэлектрической установки и электродвигателей равны, во время переходных режимов могут возникать такие риски, невозможность запуска или нестабильность работы. Такие явления могут привести к прерыванию стригального процесса или снижению эффективности системы в целом.

В связи с этим в статье всесторонне рассмотрены режимы работы универсальных коллекторных электродвигателей, проведены теоретические, экспериментальные исследования их переходных режимов и разработана математическая модель, а так же разработаны и проанализированы имитационные модели в программной среде MATLAB/Simulink. В ходе исследования системы были проанализированы особенности пуска двигателей, реакция на изменения нагрузки, а также динамические характеристики в постоянном и переходном режимах.

В результате исследования получены осциллограммы переходных процессов при соединении стригальных машин в разной последовательности и изучены их характеристики. Результаты имитационного моделирования сравниваются с экспериментальными данными и проверяется их взаимное соответствие. Полученные результаты позволяют оптимизировать систему устойчивого энергообеспечения отдаленных передвижных стригальных пунктов и определить эффективные режимы работы универсальных коллекторных двигателей.

***Ключевые слова:*** сельское хозяйство, передвижной стригальный пункт, система энергоснабжения, солнечная фотоэлектрическая станция, универсальные коллекторные электродвигатели, MatLab/Simulink.

***A. S.Taldybayeva, M. Zh.Issakhanov, T. S.Dyusenbaev, Y.Yerzhigitov,  
N.Moldybayeva\*, S.T.Demessova***

*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,  
[taldybaeva\\_aigul@mail.ru](mailto:taldybaeva_aigul@mail.ru), [imuratbek@mail.ru](mailto:imuratbek@mail.ru), [tdyusenbaev@mail.ru](mailto:tdyusenbaev@mail.ru),  
[ergigitov.erken@mail.ru](mailto:ergigitov.erken@mail.ru), [moldybayeva78@mail.ru](mailto:moldybayeva78@mail.ru)\*, [saule.demesova@mail.ru](mailto:saule.demesova@mail.ru)*

### **INVESTIGATION OF THE STABILITY OF THE ENERGY SUPPLY SYSTEM OF A MOBILE SHEARING STATION**

#### ***Abstract***

The article discusses the issues of studying the stability of the energy supply system of remote mobile shearing stations.

The main energy consumers at a mobile shearing station are universal collector electric motors used in shearing machines. The stable and reliable operation of these motors directly depends on the stability of the solar photovoltaic system. Since the capacities of the solar photovoltaic installation and electric motors are equal, risks such as engine overturning, inability to start, or unstable operation may occur during transients. Such phenomena can lead to an interruption of the shearing process or a decrease in the efficiency of the system as a whole.

In this regard, the article comprehensively examines the operating modes of universal collector electric motors, theoretical and experimental studies of their transient modes are carried out. A mathematical model of a universal collector electric machine has been developed, simulation models have been developed and analyzed in the MATLAB/Simulink software environment. During the study of the system, the features of engine start-up, response to load changes, as well as dynamic characteristics in constant and transient modes were analyzed.

As a result of the study, oscillograms of transient processes during the connection of shearing machines in different sequences were obtained and their characteristics were studied. The simulation results are compared with experimental data and their mutual agreement is verified. The results obtained make it possible to optimize the system of sustainable energy supply to remote mobile shearing stations and determine the effective operating modes of universal collector engines.

**Key words:** agriculture, mobile shearing station, power supply system, solar photovoltaic plant, universal collector electric motors, MatLab/Simulink.

МРНТИ 68.85.81

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/53>

*П.Жунисбеков<sup>1</sup>, М.С.Ундирбаев\*<sup>1</sup> М.Т.Жетпейсов<sup>1</sup>, Б.Б.Курбаналиев<sup>1</sup>,  
Р.К.Черикбаев<sup>1</sup>, У Байназаров<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,  
город Алматы, Казахстан, [polatbek@rambler.ru](mailto:polatbek@rambler.ru), [makulbek-kz@mail.ru](mailto:makulbek-kz@mail.ru)\*, [mizam-z@mail.ru](mailto:mizam-z@mail.ru), [bkurbanaliev@mail.ru](mailto:bkurbanaliev@mail.ru), [rahat\\_03.1980@mail.ru](mailto:rahat_03.1980@mail.ru)*

*<sup>2</sup>НАО «Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации»,  
город Тараз, Казахстан, [ua.bajnazarov@dulaty.kz](mailto:ua.bajnazarov@dulaty.kz)*

## **ТЕОРИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН КАК ТИПОВОЕ ЗВЕНО СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

### *Аннотация*

В статье представлены результаты исследований машино-тракторных агрегатов с системой автоматического регулирования на базе хозяйства ОПХ «Каскеленский», Агропарк «Оңтүстік».

*Актуальность исследования.* Предложен метод исследования транспортно-технологической машины на основе исследовании профессора Жунисбекова П. (Новый метод исследования МТА как типовые звенья) как типовые звенья линейной системы. В соответствии с особенностями линейных систем исследовали переходную функцию. Каждое типовое звено имеет свою отличающуюся от других звеньев особенную переходную функцию, своеобразный «*отпечаток пальца*». По результатам исследования обосновали тип звена.

*Цель научного исследования* заключалась в проведении теоретических и экспериментальных исследований транспортно-технологической машины как типовое звено линейной системы, испытание и оценка эффективности применения транспортно-