

УДК 621.43.052

**КОРХОНАДА ФОЙДАЛАНИЛАЁТГАН ЭЛЕКТР МОТОРЛАРИНИНГ
ИСРОФЛАРИНИ КАМАЙТИРИШ НАТИЖАСИДА ЭНЕРГИЯ
САМАРАДОРЛИКНИ ОШИРИШ**

Ҳошимов Урал Ҳошимович

Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат Техника Университети Електр машиналари
кафедраси Доценти

Рахимов Музаффар Хуррамович

Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат Техника Университети Електр машиналари
йўналиши Магистри

Абдалимов Сарвар Мирзахмат ўғли

Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат Техника Университети Електр машиналари
йўналиши Магистри

+998908090646 Hoshimovu83@gmail.com

И.Каримов номли Тошкент давлат техника университети Иссиқлик энергетикаси
факультети “Электр машиналари” кафедраси Университет кучаси. 2, Тошкент.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10070850>

Аннотация. Саноат ишлаб чиқариш корхоналарида фойдаланилаётган моторларнинг энергия истеъмолининг меъёрий қийматдан ортиши ва самарадорлигини ошириш масалаларига эътибор қаратишда энергия таъминотини режаслаштириш энергия истеъмолини меъёрлаштиришдан бошланиши лозимлигига долзарб масала бўлиб бормоқда. Корхоналардаги илмий асосланган меъёрий кўрсаткичлар жорий этилган ускуналарни эксплуатация қилиниш даражасини баҳолашга, фойдаланилмаган резервларни аниқлаш ва амалга оширишга ҳам имкон беради. Корхонанинг энергия истеъмолини меъёрий даражасини аниқлаш ва олинган натижавий кўрсаткичларда электр энергия истеъмолини назорат қилиш чора тадбирлари, мониторингларни давомий утказиш ортиқча исрофларни камайтириш вазифасини бажаради.

Калим сўзлар: Компрессор, вентилятор, трансформатор, мотор, алгоритм, дастурий таъминот, энергоаудит.

**INCREASING ENERGY EFFICIENCY AS A RESULT OF REDUCING THE WASTE OF
ELECTRIC MOTORS USED IN THE ENTERPRISE**

Abstract. When energy consumption of motors used in industrial production enterprises increases from the standard value and increasing efficiency, energy supply planning should start with energy consumption standardization, becoming an urgent issue. Scientifically based normative indicators in enterprises allow to evaluate the level of exploitation of the introduced equipment, to identify and implement unused reserves. Determining the standard level of energy consumption of the enterprise and taking measures to control the consumption of electricity in the resulting indicators, continuous monitoring serves to reduce excess waste.

Key words: Compressor, fan, transformer, motor, algorithm, software, energy audit.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ОТХОДОВ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Аннотация. При акцентировании внимания на повышении энергопотребления двигателей, используемых на промышленных производственных предприятиях, и повышении их эффективности становится актуальным вопрос о том, что планирование энергообеспечения должно начинаться с нормирования энергопотребления. Научно обоснованные нормативные показатели на предприятиях позволяют оценить уровень эксплуатации внедряемого оборудования, выявить и реализовать неиспользованные резервы. Определяя нормативный уровень энергопотребления предприятия и принимая меры по контролю потребления электроэнергии по результирующим показателям, непрерывный мониторинг служит снижению лишних отходов.

Ключевые слова: Компрессор, вентилятор, трансформатор, двигатель, алгоритм, программное обеспечение, энергоаудит.

Жаҳонда энергиядан самарали фойдаланиш бўйича кенг қамровли ишлар олиб борилмоқда. Шу жумладан, Ўзбекистонда ҳам энергия тежаш бўйича кенг қамровли сиёсат доирасида энергия самарадорлиги ошириш дастурини жойлаштиришни назарда тутадиган энергия стратегиясини жорий этган. Ушбу дастур энергетика саноатини жадал технологик янгилаш, замонавий қайта ишлаш заводлари ва транспорт қувватларини ривожлантириш, шунингдек, янги, истикболли бозорларни ривожлантириш учун асосий шарт-шароитларни яратишга қаратилган. Корхонадаги энергия тежамкорлик масалаларига эътибор қаратишда энергия таъминотини режалаштириш энергия истеъмолини меъёрлаштиришдан бошланиши лозимлигига кенг эътибор қаратилмоқда. Рағбатлантирувчи илмий асосланган меъёрлар ишлаб турган ускуналарни эксплуатация қилиниши ва фойдаланилаётган қурилманинг янги ишлаб чиқилган турлари билан солиштириш. Шу билан бирга замонавий технологиялардан фойдаланиш эришиладиган натижалар таҳлилини олиб бориш ва жорий қилиш энергия танқислиги даврида долзарблиги ошиб бормоқда[1].

Корхонадаги технологик қурилмалар моторларининг энергетик характеристикаларига асосланиши ва мақбул эксплуатация режимларини ҳисобга олиши керак. Ҳар бир корхона бўйича маҳсулот ишлаб чиқаришнинг конкрет технологияларига мос равишда электр ва иссиқлик энергияси, ёқилғи сарфининг индивидуал меъёрлари ишлаб чиқилади ва шу меъёрлар асосида мониторинг олиб боради.

Ишлаб чиқариш корхонасида ишлатилаётган компрессорлар, вентиляторлар ва бир қатор электр моторлар билан таъминланган қурилмаларнинг энергия самарадорлигини ошириш натижасида маҳсулотга сарфланадиган электр энергия исрофларини олдини олган ҳолда энергия истеъмолида самарадорликка эришилади.

Электр моторларининг механик исрофларини назорат қилиш ва чора тадбирларни ўз вақтида олиб бориш натижасида энергия тежамкорлигига эришишда бир қатор усуллардан фойдаланилади. Буларга электр моторларнинг иссиқлик ишлаб чиқариш даражасининг мониторинг қилиб бориш усули, маълум юкламадаги электр энергия истеъмолининг ортишини назорат қилиш усули ва бошқа усуллари мавжуд.

Тадқиқот олиб борилган корхонанинг технологик ускуналарининг электр энергиясидан фойдаланиш йўналиши бўйича электр истеъмоли:

- технологик эҳтиёжга;

- двигатель юкланиши;
- меҳнат шароитларини таъминлашга хизмат қилади.

Корхонада фойдаланилаётган электр истеъмолига - технологик қурилмаларининг ишлашида, электр эрозияга, электр статистик жараёнларга кетган электр истеъмоли киради. Мотор юкланиши учун электр истеъмоли таркибига асосий ишлаб чиқариш агрегатларининг юритмалари истеъмол қилаётган электр энергияси киради. Меҳнат шароитларини таъминлашга электр истеъмоли таркибига вентиляция, кондиционер, ишлаб чиқаришга ва ишлаб чиқаришга тегишли бўлмаган, алоқа воситалари ва бошқаришга кетган электр энергияси истеъмолларини ўз ичига олади.

Корхонада фойдаланилаётган қурилмалардаги электр моторларини таҳлил қилиш натижасида ортиқ шовқин чиқараётган моторларнинг текшириш натижасида электр энергия истеъмолининг ортганига гувоҳ бўлиб сабаблари таҳлил қилинганда моторларнинг подшибник қисмларидаги камчиликлар аниқланди. Подшибниклар янгисига алмаштирилиши натижасида истеъмол қилинаётган 1,5 кВт қувватга эга мотор 4,1 А истеъмол токининг 3,4 А га туширишга эришилди. Мотордаги ҳосил бўлаётган шовқин пасайиши кузатилди. Хулоса қилганимизда мотордаги механик исрофларнинг ортиши натижасида электр энергия исрофи 20% гача ортишини юзага келтирган. Бу ҳолатда моторнинг юкланиши паст бўлишига қарамай катта электр энергия истеъмолини юзага келтирган[6].

Юқоридаги мисолларни эътиборга олган ҳолда қорхонада ишлатилаётган қурилмаларнинг жорий таъмирлардан кейинги маълум муддатда олинган электр энергия истеъмоли ва ишлаб чиқарилган маҳсулотининг миқдори аниқланиб назорат қилинадиган параметрлари аниқланади. Олинган натижалар асосида электр энергия истеъмоли ва ишлаб чиқариш самарадорлиги мониторинг қилиб борилганда ва белгиланган чегаравий оғишларнинг ортиши кузатилса электр юритмаларнинг жорий таъмирга тавсия этилади. Буларни амалга оширишда қуйидаги вазифаларни амалга ошириш талаб этилади[4]:

- “Инженер-энергоаудиторнинг автоматлаштирилган иш жойи” дастурий-аппарат мажмуасини ишлаб чиқиш.
- Мавжуд машинасозлик корхоналар гуруҳининг энергоаудити технологик жараёнлар тузилишини таҳлил этиш, электр энергия истеъмолчиларнинг таркибини аниқлаш ва электр истеъмоли тадқиқотлари билан бирга амалга ошириш.
- Машинасозлик корхоналарида мавжуд электр энергияси сарфларини меъёрлаш усуллари таҳлил этиш ва уларни, электр истеъмолчиларнинг ҳақиқий иш режимларини ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириш[2].

Электр энергиясини тежаш концепциясини ва энерготехамкор технологиялар ва ускуналарни танлаш методикасини ишлаб чиқиш.

Корхонанинг асосий электр энергия истеъмолчилари бўлган қурилмаларининг эксплуатациядан кейинги маълум муддатдаги электр энергия истеъмоли келтирилган жадвал қуйида тасвирланган[6].

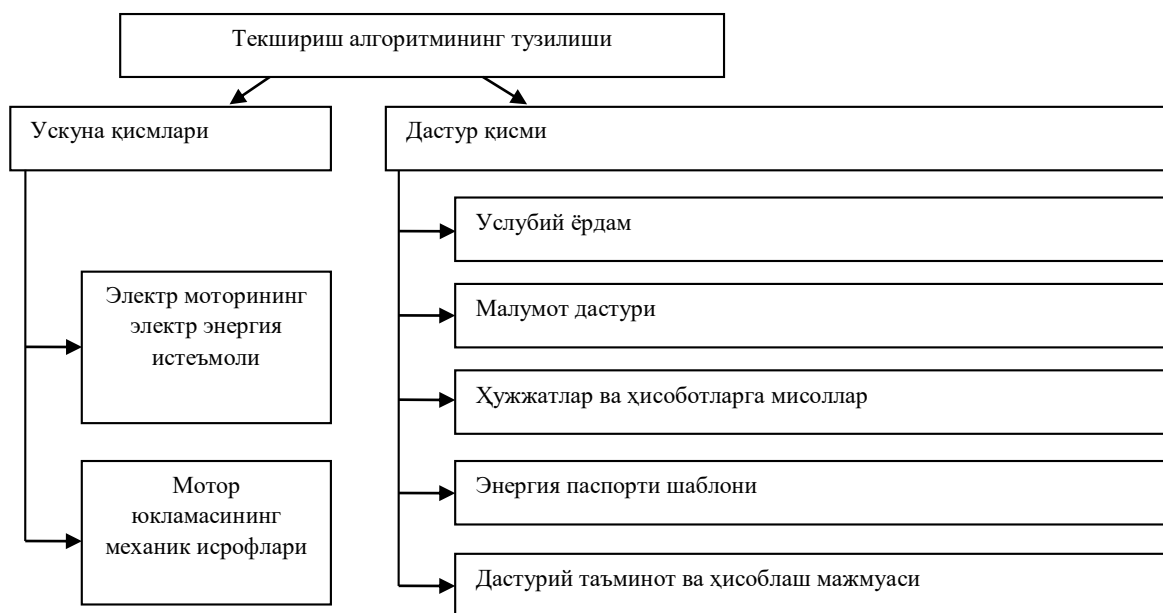
1-жадвал. ТПА дастгоҳлари бўйича электр энергия сарфининг 5 суткалик натижалари

Уланманинг номи, ҳисоблагичнинг завод номери, ҳисобга олиш тури (актив, реактив)	Ҳисоб-китоб коэффициенти		Ҳисоблагич кўрсаткичлари		Ҳисоблагич курсаткич- ларининг фарқи	Сарф кВт*с оат
	ток трансфор- маторининг (ТТ)	умумий	бошланғич (10.04.2023й. соат 14:00)	охирги (15.04.2023й. соат 21:00)		
1	2	4	5	6	7	8
ТПА-1050 LS №1	400/5	80	5352	5420,75	68,75	5500
ТПА-1050 LS №2	400/5	80	4820	4882,705	62,705	5016,4
ТПА-650 КМ	400/5	80	3276	3300,92	24,92	1993,6
ТПА-650 LS №1	400/5	80	4196	4249,695	53,695	4295,6
ТПА-650 LS №2	400/5	80	4635	4691,296	56,296	4503,6 8
ТПА-850 LS	400/5	80	6468	6536,74	68,74	5499,2
ТПА-1300 LS	400/5	80	5946	6015,683	69,683	5574,6 4
Жами электр энергия						32391, 12

2-жадвал. 5-кунлик ишлаб чиқариш самарадорлиги

№	Дастгоҳ номи	Томон	Соати:	10.04.2023 йил куни Соат 14:00 дан 15.04.2023 куни соат 21:00 гача чиқрилган маҳсулотлар сони.											Жами:
			Сана:	10.04.23		11.04.23		12.04.23		13.04.23		14.04.23		15.04.23	
1	ТПА-650 КМ	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	К-3	
		LH	167	480	235	347	425	375	10	360	528	540	335	410	4212
		RH	167	480	235	347	425	375	10	360	528	540	335	410	4212
2	ТПА-650 LS №1	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	
		LH	425	498	432	0	576	320	440	410	0	315	232	315	3963
		RH	425	498	432	0	0	320	440	410	0	315	232	315	3387
3	ТПА-650 LS №2	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	
		LH	560	555	555	576	275	540	540	540	375	300	258	450	5524
		RH	560	555	555	576	275	540	540	540	375	300	258	450	5524
4	ТПА-850 LS	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	
		LH	432	415	540	353	91	472	190	460	70	65	320	380	3788
		RH	432	415	540	353	91	472	190	460	70	65	320	380	3788
5	ТПА-1050 LS №1	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	P-3	
		LH	0	0	402	530	504	504	504	376	405	552	567	564	4908
		RH	0	0	402	530	504	504	504	376	405	552	567	564	4908
6	ТПА-1050 LS №2	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	К-2	
		LH	90	72	564	522	400	576	476	510	384	411	388	516	4909
		RH	90	72	564	522	400	576	476	510	384	411	388	516	4909
7	ТПА-1300LS	Сменаси	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	1-С	2-С	
		Маҳсулот номи	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	P-2	
		LH	40	360	432	355	417	435	396	355	432	162	0	0	3384
		RH	40	360	432	355	417	435	396	355	432	162	0	0	3384

1-расм. Корхонадаги ишлаб чиқариш қурилмасининг электр энергия истеъмолидаги 5 суткалик ўзгариши.



2-расм. Қурилманинг текшириш алгоритми ишлаш структураси.

Қурилманинг энергия истеъмолини текшириш алгоритми орқали жорий текширишдан олинган паспорт параметрларнинг ўзгаришларини мониторинг қилиб борилади. Энергия истеъмоли мумкин бўлган оғиш оралиғидан чиқиши билан операторга хатолик ҳақида сигнал берилади. Бу усулдан он-лайн равишда фойдаланиш натижасида энергия тежамкорлиги олиб борилади[5].

Текшириш алгоритмидан фойдаланиш натижасида механик исрофларнинг ортиши олди олиниши натижасида хатоликлар учун сарфланадиган электр энергия сарфи 1-3% гача тежалишига сабаб бўлади. Алгоритмдан фойдаланиш натижасида моддий ресурс тежамкорлиги 15% га ортиши аниқланди. Шу билан бирга ишлаб чиқариш жараёнининг ўзлуксизлигини таъминлаш катта аҳамият касб этади[6].

Шунингдек, баъзи корхоналарда электр энергиянинг ойлик ва йиллик сарфларини аниқлаш учун содалашган ифодалар қўлланилади:

$$W_{o.э.с} = \sum_{i=1}^n P_{\dot{y}p.к} \cdot k_{i.ф} \cdot T_{i.o}, \quad (1)$$

Бу ерда $W_{o.э.с}$ – цехда актив электр энергиянинг ойлик сарфи, кВт · с; n – цехдаги бир турдаги электр истеъмолчиларнинг сони, дона; $P_{\dot{y}p.к}$ – i -турдаги электр истеъмолчиларнинг ўрнатилган қуввати, кВт; $k_{i.ф}$ – i -турдаги электр истеъмолчиларнинг фойдаланиш коэффициенти; $T_{i.o}$ – турдаги электр истеъмолчиларнинг бир ойда ишлаш соатлари, соат.

Механик юкламанинг ортиши натижасида сарфланадиган ток микдорининг ортиши кўзатилади. Энергия исрофининг ҳисоблаш ифодаси қуйидагича аниқланади[4].

$$P_{EI} = m_1 \cdot I_1^2 \cdot r_1$$

бу ерда: m_1 -фазалар сони, I_1 -обмоткада хосил бўлган ток ва r_1 -чулғамнинг актив қаршилиги.

$$I_1 = \frac{U_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s}\right)^2 + (x_1 + x'_2)^2}} \quad (2)$$

Юқоридаги ифодадан кўринадик, моторнинг сирпаниши ортиши натижасида истеъмол қилинаётган ток ортиши кўзатилади. Хулоса ўрнида механик исрофлар иссиқлик ва ишқаланишлар ҳисобидан юзага келади.

Юклама натижасида сарфланаётган токнинг цех бўйича умумий ишлаб чиқариш меъёри қуйидагиларни ўз ичига олади:

- 1) цехнинг технологик эҳтиёжлари учун электр энергияси сарфлари;
- 2) цехнинг ёрдамчи эҳтиёжлари учун электр энергияси сарфлари (иситиш, вентиляция, ёритиш, цех ичидаги транспорт ишлари, цехни таъмирлаш участкаси ишлари, цехнинг маиший ва санитария эҳтиёжлари);
- 3) ички электр тармоқларида, трансформаторларда ва ўзгартиргичларда электр энергиясининг йўқотишлари.

Бевосита ишлов жараёнида сарфланган фойдали энергия, кВт · с:

$$W_{\Pi} = k_3 \cdot \frac{P_{\Pi}}{\eta_{\Pi}} \cdot T_{\Pi} \cdot \eta_{\text{ст}}(k_{\text{зр}}) \cdot \eta(k_{\text{зр}}) \quad (3)$$

бу ерда k_3 – юкланиш режимида бош ҳаракатланувчи станок двигателининг истеъмол қилиётган қуввати бўйича ўртача юклаш меъёрий коэффициенти; T_{Π} – битта деталга ишлов бериш учун ўртача машина вақти, соат[5].

Двигатель валида қувват бўйича юклама коэффициентидан станокнинг ФИК функцияси:

$$\eta_{\text{ст}}(k_{\text{зр}}) = \frac{5 \cdot \eta_{\text{ст.н}}}{5 \cdot \eta_{\text{ст.н}} + \left(\frac{3}{k_{\text{зр}}} + 2\right)(1 - \eta_{\text{ст.н}})} \quad (4)$$

бу ерда $\eta_{\text{ст.н}}$ – станокнинг номинал ФИК, у ускунанинг паспорт маълумотларидан аниқланади.

Тахминий ҳисоб-китобларда бош ҳаракати айланувчи станокларда $\eta_{\text{ст.н}} = 0,7 \div 0,85$, прогрессив ҳаракатдаги станоклар учун эса $0,6 \div 0,7$ деб қабул қилиш мумкин.

Тўғридан-тўғри қайта ишлашга сарфланган фойдали энергия, кВт·с:

$$W_{\Pi} = k_3 \cdot \frac{P_{\Pi}}{\eta_{\Pi}} \cdot T_{\Pi} \cdot \eta_{\text{ст}}(k_{\text{зр}}) \cdot \eta(k_{\text{зр}}) \quad (5)$$

k_3 – юкланиш режимидаги қувват сарфи коэффициенти даражасининг; T_{Π} – машинанинг ишлаш вақти, соат сифатида қабул қилинади.

Двигател валидаги қувватнинг ФИК қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$\eta_{\text{ст}}(k_{\text{зр}}) = \frac{5 \cdot \eta_{\text{ст.н}}}{5 \cdot \eta_{\text{ст.н}} + \left(\frac{3}{k_{\text{зр}}} + 2\right)(1 - \eta_{\text{ст.н}})} \quad (6)$$

Бу ерда $\eta_{\text{ст.н}}$ – станокнинг номинал юкламага нисбатан ФИК юқори бўлган катталиги ҳисобланади. Бу қиймат моторлар учун аксарият ҳолларда $\eta_{\text{ст.н}} = 0,7 \div 0,85$, электр машинасининг юкламаси юқори тебранишли ишлашга яқин бўлган ҳолларда $0,6 \div 0,7$ оралиғида ҳам бўлиши мумкин. Шу билан бирга моторларнинг энергия самарадор оралиқда ишлашини таъминлаш натижасида энергия ва ресурс тежамкорлигига эришиш

имкониятини оширади. Энг асосийси ўзлуксиз ишловчи корхоналарнинг кутилмаган бўзилишларининг олди олинади[6].

Хулоса ўрнида, корхоналарда ишлатилаётган қурилмаларнинг электр моторларнинг ва бошқа энергия истеъмолчиларининг жорий истеъмол параметрларини назорат қилиш натижасида йиллик электр энергия истеъмоли 1-3% гача иқтисод қилиниши аниқланди. Шу билан бирга, корхонанинг моддий ресурсларга бўлган ресурс тежамкорлиги 15% га ортишига сабаб бўлди. Ўзлуксиз ишловчи корхоналарда қурилмаларнинг тўхтовсиз ишлашини таъминлашга хизмат қилади. Ўзлуксиз ишлайдиган ишлаб чиқариш корхоналарида бу параметр бозор иқтисодиёти шароитида жуда катта аҳамият касб этади.

REFERENCES

1. The Automobile Industry Pocket Guide. European Automobile Manufacturers Association's report. Belgium, Brussels, 2015. – 78 p.
2. Качканьян Р.А Пути снижения потерь на трение в кривошипно-шатунном механизме поршневых ДВС /Р.А. Качкарьян, К.С. Кульмагамбетов. –Текст: непосредственный //Молодой ученый.-2016.-№10(114). –С.231-234
3. Дзенис С. Е. Пути снижения механических потерь в подшипниках при проектировании энергоэффективных двигателей / Е. С. Дзенис // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Электрические машины и электромеханическое преобразование энергии. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2014. – № 38 (1081). – С. 79-89.
4. U.H. Hoshimov, O.Kh. Ishnazarov. Group control of air-cooled gas apparatuses/ Journal of Physics: Conference Series/ doi:10.1088/1742-6596/2094/5/052051 .-1-6 pp.
5. Ishnazarov O.Kh., Hoshimov U.H. Mathematical modeling of electric consumption of the gas cooling process // *E3S Web of Conferences* 264 04088. M.-2021. P-72.
6. Khoshimov U.H., Rahimov M.X., Abdalimov S.M. Reducing the mechanical waste of electric motors used at the enterprise // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology* Vol. 10, Issue 4, April 2023. pp- 20591-20597.