

Заключение

С точки зрения применения - АСП для расчёта и проектирования одноконтактных и многоконтактных герконовых реле проста и доступна. Это даёт возможность в режиме диалога с разработчиком осуществлять проектирование реле с оптимизированными параметрами, следить за процессом, получать необходимую информацию в виде цифровых данных и принимать соответствующие решения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке МОН РА в рамках государственной программы Республики Армения "Исследование электромагнитных систем, разработка новых систем".

Список литературы:

1. Оганесян А.Т. Система автоматизированного проектирования герконовых реле с оптимальными параметрами // Известия вузов. Электромеханика.– 2011,- Т.2, С. 53-55.
2. Hovhannisyan A.T., Qrmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. The calculation algorithm of the magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux direction (II) //

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».- Январь 2019.- №46, Часть 6.- С. 45-48.

3. Hovhannisyan A.T., Qrmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. Algorithm of machine calculation of magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux direction and the results of the research (III) // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».- Февраль 2019.- №47, Часть 6.- С. 71-74.

4. Hovhannisyan A.T., Qrmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. The calculation algorithm of the magnetoelectric induction generator with a change of the magnetic flux value (2-II) // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».- Март 2019.- №48, Часть 7.- С. 91-95.

5. Hovhannisyan A.T., Qrmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. Algorithm of machine calculation of magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux value and the results of the research (2-III) // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».- Март 2019.- №48, Часть 5.- С. 78-81.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ РАСЧЁТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕРКОНОВЫХ РЕЛЕ (1)

Оганесян Андраник Тарикович
кандидат тех. наук, доцент,
Мартirosян Давид Самвелович
магистр,
Саакян Ваан Апрегович
магистр
Национальный политехнический университет Армении,
г. Ереван

MATHEMATICAL APPARATUS FOR CALCULATION AND DESIGN REED SWITCHES (1)

Hovhannisyan Andranik Tarik
candidate of technical Sciences, assistant professor,
Martirosyan Davit Samvel
Master,
Sahakyan Vahan Apres
Master
National Polytechnic University of Armenia,
Yerevan

АННОТАЦИЯ

В работе представлен математический аппарат расчёта и проектирования одноконтактных и многоконтактных герконовых реле с внешним магнитопроводом по реальной длине геркона - с укорочением или сгибанием контактных сердечников.

ANNOTATION

The paper presents a mathematical apparatus for calculating and designing a single- and multi - contact reed relays with an external magnetic circuit along the actual length of the relay- with a cut to shorten or bend the contact cores.

Ключевые слова: геркон, реле, контактные сердечники, резание, сгибание, расчёт, проект.

Keywords: reed, relay, contact cores, cutting, bending, calculation, project.

Введение. В последние годы на мировом рынке наблюдается тенденция развития герконов и герконовых аппаратов, в частности - в создании новых герконов и герконовых аппаратов и

усовершенствовании параметров и характеристик ранее созданных. Среди них выделяются одноконтактные и многоконтактные герконовые реле (ГР), которые широко используются в системах автоматики, управления, обороны и др., и выпускаются промышленными предприятиями практически всех развитых стран.

Постановка задачи и её решение. Был разработан математический аппарат для расчёта и проектирования одноконтактных и многоконтактных ГР с внешним магнитопроводом (ВМ) по реальной длине геркона - с укорочением или сгибанием контактных сердечников (КС), основой для которого послужили известные публикации и результаты проведенных нами исследований [1-6].

Для расчёта и проектирования герконового реле предлагается два варианта предварительных данных:

а). ток коммутации I_k и напряжение U_k , количество N и состояние герконов (реальный,

обрезанный, согнутый на 90°), напряжение питания управляющей обмотки (УО) U_n , рабочая температура t_p .

б). марка геркона, количество N и состояние герконов (реальный, обрезанный, согнутый на 90°), напряжение питания УО - U_n , рабочая температура t_p .

В случае *а)* из справочника выбирается марка геркона, параметры коммутации которого не должны быть меньше предварительных данных.

После записи марки геркона для опций *а)* и *б)* фиксируются следующие параметры геркона (рис. 1):

- максимальное заводское значение магнитодвижущей силы срабатывания (МДС) - $F_{ср}$,
- длина геркона - l_r ,
- длина баллона - l_b ,
- диаметр баллона - d_b .

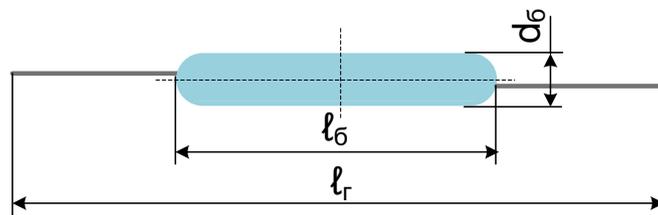


Рис. 1. Габариты геркона

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЁТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Выбор формы каркаса УО герконового реле.

Каркас УО по форме поперечного сечения может быть круглым или прямоугольным. Для одноконтактного ГР каркас в основном делается с

круглым сечением (рис. 2), а для многоконтактных – с прямоугольным сечением (рис. 3). При этом в многоконтактных реле герконы могут располагаться в один ряд (рис. 3а), или – в несколько рядов (рис. 3б). На рисунках: 1 - геркон, 2 - КС, 3 - УО, 4 - каркас, 5 - ВМ.

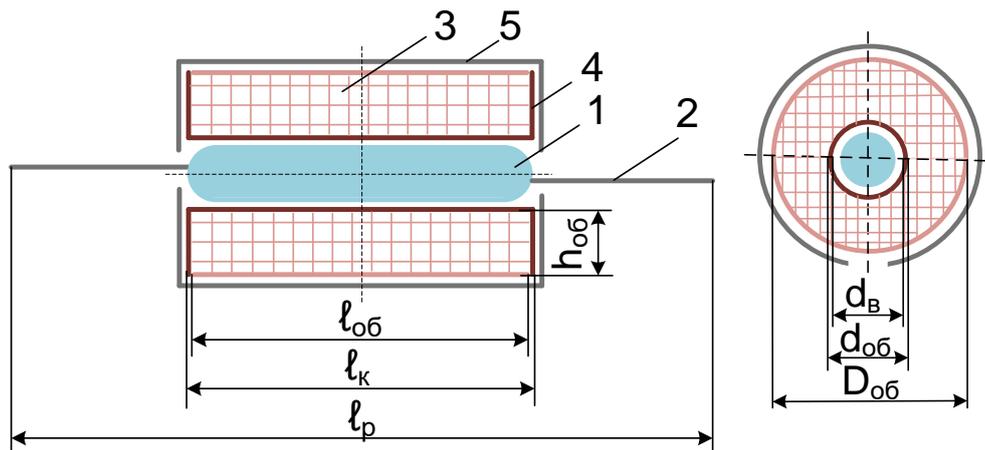


Рис. 2. Одноконтактное герконовое реле

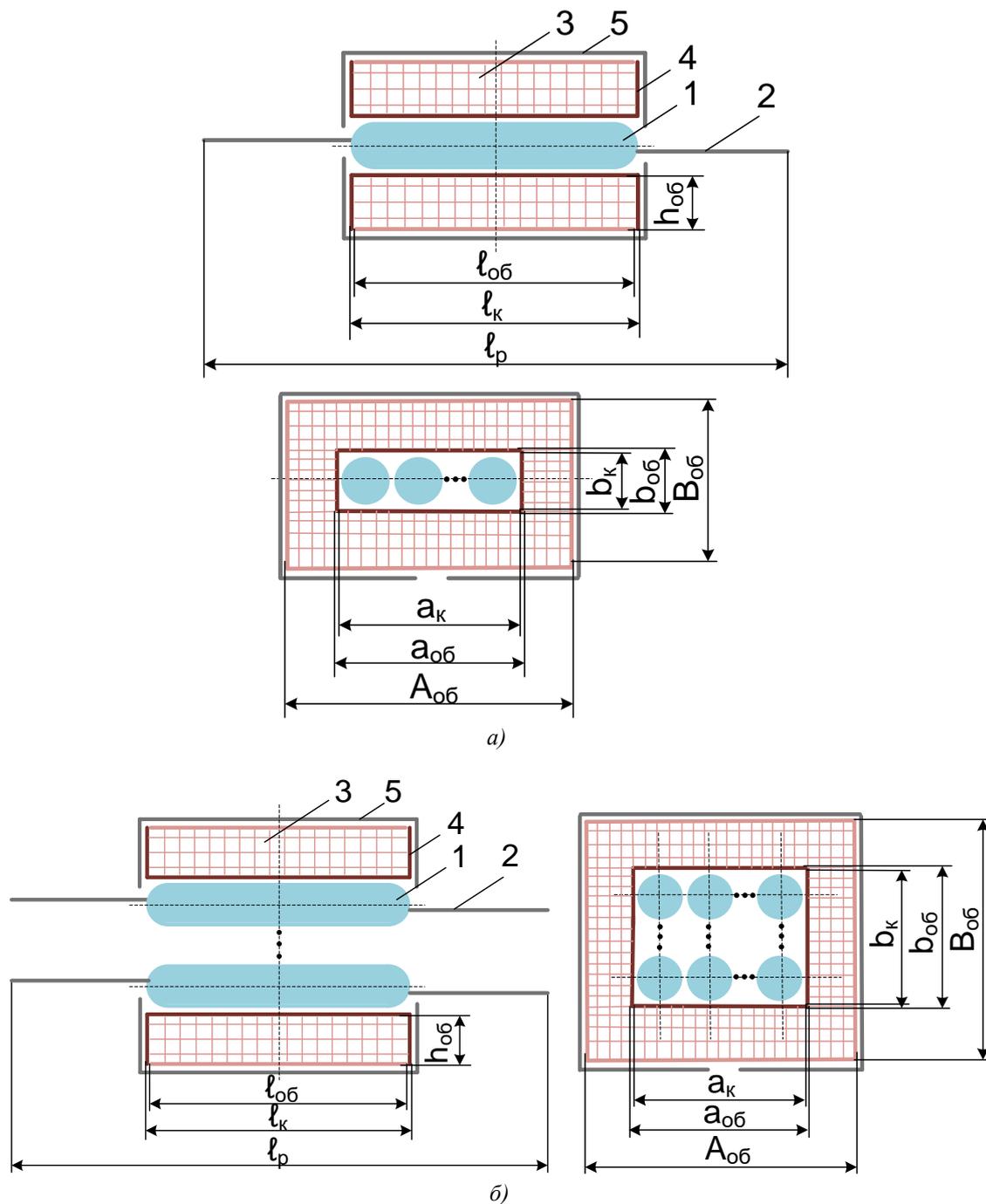


Рис.3. Многоконтактное герконового реле: а) однорядное б) многорядное

В любом случае, расположение герконов должно быть таким, чтобы не возникало лишних воздушных зазоров, чтобы не увеличивались размеры УО, МДС и расходующая мощность.

2. Определяются геометрические размеры УО (вместе с каркасом) и реле.

Для минимизации размеров реле можно укоротить КС геркона обрезкой, а в случае одноконтактных или многоконтактных однорядных герконов – сгибанием КС на 90° .

2.1. Одноконтактное ГР (рис. 2, рис. 4):
- внутренний диаметр каркаса

$$d_B = d_6 + 2\Delta_B,$$

где Δ_B - воздушный зазор между герконом и каркасом;

- внутренний диаметр УО

$$d_{об} = d_B + 2\Delta_K,$$

где Δ_K - толщина стенки каркаса;

- длина УО

$$l_{об} = l_6;$$

- длина каркаса

$$l_K = l_{об} + 2\Delta_K;$$

- высота УО

$$h_{об} \approx \frac{0,4d_6(\ell_r + \pi d_6)}{\ell_{об}}, \quad \ell_p = \ell_r, \quad (1)$$

-наружный диаметр УО

$$D_{об} = d_{об} + 2h_{об};$$

-средняя длина витка УО

$$\ell_{cp} = \pi(d_b + h_{об});$$

- длина реле:

• в случае реальной длины геркона (рис. 2, рис. 3)

• в случае изгиба КС (рис. 4а)

$$\ell_p = \ell_6 + 2\Delta_{из}, \quad (2)$$

где $\Delta_{из}$ - размер контровки изгиба;

• в случае обрезки КС (рис. 4б)

$$\ell_p = \ell_6 + 2\Delta_p, \quad (3)$$

где Δ_p - остаточный размер КС для пайки провода.

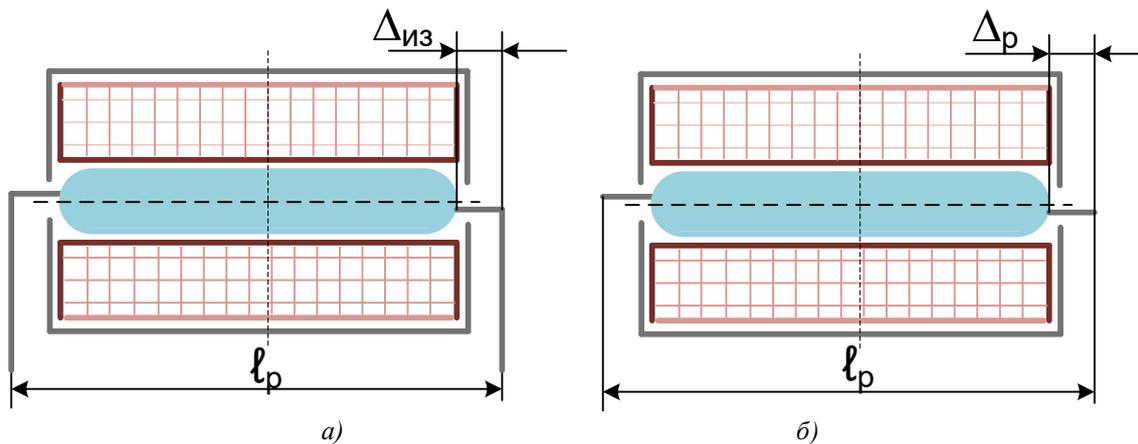


Рис. 4. Одноконтактное ГР: а) с согнутым КС, б) с обрезанным КС

2.2. Многоконтактное ГР (рис. 3, рис. 5):

- длина a_k и высота b_k внутреннего окна каркаса

$$a_k = nd_6 + (n + 1)\Delta_b, \quad b_k = md_6 + (m + 1)\Delta_b,$$

где n и m - количество герконов в горизонтальных и вертикальных плоскостях, соответственно, $nm=N$;

-внутренняя ширина $a_{об}$ и высота $b_{об}$ УО

$$a_{об} = a_k + 2\Delta_k, \quad b_{об} = b_k + 2\Delta_k;$$

- высота УО

$$h_{об} \approx \frac{0,4d_6(\ell_r + \pi d_6)}{\ell_{об}} \sqrt[3]{N};$$

-наружная ширина $A_{об}$ и высота $B_{об}$ УО

$$A_{об} = a_{об} + 2h_{об}, \quad B_{об} = b_{об} + 2h_{об};$$

- средняя длина витка УО

$$\ell_{cp} = 2(a_{об} + b_{об} + 2h_{об});$$

- длина реле определяется, соответственно, выражениями (1)...(3).

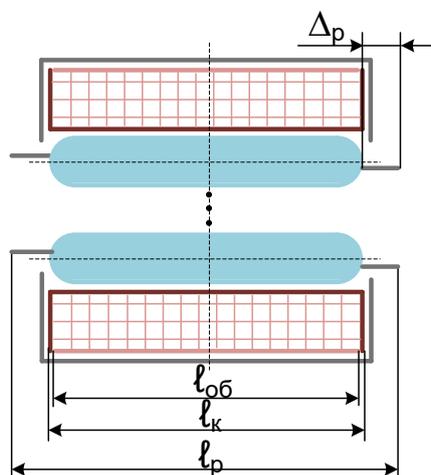


Рис. 5. Многоконтактные многорядные ГР с обрезанными КС

3. Определяется рабочая МДС УО.

3.1. Для Одноконтактного ГР

$$F_{\text{раб}} = K_3 K_T K_{\text{ВМ}} F_{\text{ср}},$$

где $K_t = \frac{\ell_p}{\ell_r}$; $K_{\text{ВМ}}$ - коэффициент, оценивающий наличие ВМ:

$$K_{\text{ВМ}} = 1 / (0,137 \cdot 10^{-4} \cdot K_{\text{ОУ}}^4 - 0,992 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{ОУ}}^3 + 2,515 \cdot 10^{-2} \cdot K_{\text{ОУ}}^2 - 0,261 \cdot K_{\text{ОУ}} + 2,264),$$

где $K_{\text{ОУ}} = \frac{\ell_{\text{об}}}{h_{\text{об}}}$.

3.2. Для многоконтактного ГР

$$F_{\text{раб}} = K_3 K_T K_{\text{В}} F_{\text{ср}},$$

$$K_{\text{В}} = 0,37 \cdot 10^{-4} N^4 - 1,54 \cdot 10^{-3} N^3 + 1,37 \cdot 10^{-2} N^2 + 1,63 \cdot 10^{-1} N^1 + 1.$$

4. Определяются следующие параметры УО:

- материал и тип провода УО, максимально допустимая температура - t_d ,
- Диаметр провода УО:

$$d_n^* = \sqrt{\frac{4 F_{\text{раб}} \rho_t \ell_{\text{ср}}}{\pi U_n}},$$

где ρ_t - удельное сопротивление материала провода при допустимой температуре УО.

Рассчитанное значение d_n^* корректируется в соответствии с производимыми диаметрами d_n , фиксируется площадь сечения S_n и толщина изолирующего покрытия провода - Δ_n .

- Количество витков УО:

$$w = \frac{4 h_{\text{об}} \ell_{\text{об}} K_3 k_{\text{ук}}}{\pi (d_n + \Delta_n)^2},$$

где K_3 - это коэффициент заполнения

$$K_3 = \frac{4 S_n}{\pi (d_n + \Delta_n)^2};$$

$k_{\text{ук}}$ - коэффициент укладки по d_n ,
- активное сопротивление УО.

$$R_{\text{об}} = \rho_t \frac{\ell_{\text{ср}} w}{S_n},$$

- значение тока в УО

$$I = \frac{U_n}{R_{\text{об}}}.$$

5. Определяется МДС УО - согласно расчетному току

$$F_p = I w.$$

Проверяется следующее условие

где K_3 - коэффициент запаса в соответствии с МДС срабатывания: $K_3 = 1, 1, \dots, 2, 5$; K_T - технологический коэффициент обусловленный изгибом или обрезанием КС геркона.

В случае изгиба $K_T = 1, 1$, а в случае обрезания -

где K_3 и K_T определяются так же, как в случае с одноконтактным; $K_{\text{В}}$ - коэффициент, оценивающий взаимодействие герконов и влияние ВМ:

$$\varepsilon_1 \leq \frac{F_p - F_{\text{раб}}}{F_{\text{раб}}} \leq \varepsilon_2,$$

где величинами ε_1 и ε_2 обуславливается относительная погрешность расчетной МДС F_p от рабочего значения $F_{\text{раб}}$.

При выполнении условия расчет продолжается, а в противном случае изменяется одно из значений $h_{\text{об}}$ и d_n , или оба значения и расчет повторяется.

б. Проверка теплового режима УО:

- определяется активная мощность УО

$$P_{\text{об}} = I^2 R_{\text{об}},$$

- определяется расчетный перегрев УО

$$\theta_n = \frac{P_{\text{об}}}{k_t S_{\text{ох}}},$$

где k_t коэффициент теплоотдачи при перегреве; $\theta_{\text{доп}}$ - $\theta_{\text{доп}} = t_d - t_{\text{раб}}$; $S_{\text{ох}}$ - поверхность охлаждения УО. Для кругового сечения $S_{\text{ох}} = \pi D_{\text{об}} \ell_{\text{об}}$, а в случае прямоугольного сечения - $S_{\text{ох}} = 2(A_{\text{об}} + B_{\text{об}}) \ell_{\text{об}}$.

Проверяется следующее условие:

$$\theta_n \leq \theta_{\text{доп}}.$$

В случае выполнения условия расчет и проект завершены, в противном случае необходимо изменить одно или оба из значений $h_{\text{об}}$, d_n и повторить расчет. Если значение θ_n значительно уступит $\theta_{\text{доп}}$, то это будет означать, что высота $h_{\text{об}}$ УО неприемлемо велика. В таком случае можно произвести перерасчет - изменив размер $h_{\text{об}}$.

7. Определяется вес провода Q_n УО

$$Q_n = \rho_h w \ell_{\text{ср}} S_n,$$

где ρ_n - удельная плотность материала провода.

Заключение

Математический аппарат расчёта и проектирования одноконтактного и многоконтактного ГР с внешним магнитопроводом дает возможность с помощью компьютерной техники создать автоматизированную систему, позволяющую оптимизировать параметры реле по запросу.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке МОН РА в рамках государственной программы Республики Армения "Исследование электромагнитных систем, разработка новых систем".

Список литературы:

1. Шоффа В.Н. Герконы и герконовые аппараты: Справочник. - М.: Изд.- во МЭИ, 1993. - 288 с.
2. Коробков Ю.С. Расчет и проектирование устройств на герконах: Герконовые реле. - М.: iElectro, 2010.- 52 с.

3. Hovhannisyan A.T., Muradyan S.M. The method of calculating direct current reed relay. Methodical guidelines for term paper and graduate work. State Engineering University of Armenia (Polytechnic), Yerevan, 2011. 44 p.

4. Оганесян А.Т. Система автоматизированного проектирования герконовых реле с оптимальными параметрами // Известия вузов. Электромеханика.- 2011,- Т.2, С. 53-55.

5. Оганесян А.Т., Григорян А.Х., Хачатрян Ш.Д. Влияние внешнего магнитопровода на магнитное поле обмоток прямоугольного и трапециевидного сечений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.- М., 2015.- №12, ч.2.- С. 169-174.

6. Hovhannisyan A.T., Margaryan M.K., Harutyunyan L.G., Sargsyan S.Y., Avetisyan H.A. The impact of reed montage characteristics on the magnetic moving force of control winding // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».- Март 2020.- №59, ч. 1, 2020.- С. 83-88.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУФАБРИКАТА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Османо́ва Ю́лия Викторовна

канд. техн. наук, доцент

*Государственная организация высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»,
г. Донецк*

Милохова Татьяна Анатольевна

старший преподаватель

*Государственная организация высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»,
г. Донецк*

Мартынова Полина Александровна

магистрант

*Государственная организация высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»,
г. Донецк*

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY SEMI-FINISHED SPECIALIZED PURPOSE

Osmanova Yulia Viktorovna

Candidate of Science, (Tech), assistant professor

State Organization of Higher Professional Education

*" Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky ",
Donetsk*

Milokhova Tatiana Anatolievna

Senior lecturer

State Organization of Higher Professional Education

*" Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky ",
Donetsk*

Martynova Polina Alexandrovna

Master

State Organization of Higher Professional Education

*" Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky ",
Donetsk*