

ПЛАСТМАССА МАЙДАЛАШ ДАСТГОҲИНИНГ АВТОМАТИК ИШЛАШНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Ё.Э.Қурбонов, М.К.Маҳкамов,
Н.Ш.Кимсанбоев

Мақолада иккиламчи пластмасса хом ашёсини майдалаш муаммоси кўриб чиқилган. Ҳозирда пластмасса дастгоҳини бошқариш одам-оператор томонидан амалга оширилади. Бошқарув параметрларининг таҳлили асосида дастгоҳни автоматлаштиришнинг оптимал варианты таклиф қилинди, технологик жараённинг структура схемаси ва ростлаш системасининг алгоритми берилди. Тажриба давомида таклиф этилган алгоритм асосида дастгоҳнинг тишли валлари ортиқча юкланишсиз ишлади. Қурилмани ростлаш жараёни автоматик тарзда, одам-операторнинг ёрдамисиз амалга оширилди.

Калит сузлар: структура схемаси, брак пластмасса, PC, PS, ABS, HIPS, PP, PE, MABS, POM, PBT, PA66, PVC, EVA.

В статье рассматривается проблема дробления вторичного пластмассового сырья в зубчатых валах инструментов. Оптимальный вариант автоматизации был определен путем анализа параметров контроля. В проект предлагается структурная схема технологического процесса и алгоритм управления системой. Проведенные эксперименты показали, что в соответствии с алгоритмом управления зубчатые валы работают без лишних нагрузок. Процесс регулировки устройства осуществляется автоматически, без участия человека-оператора.

Ключевые слова: структурная схема, брак пластмассы, ПК, ПС, АБС, УППС, ПП, ПЕ, МАПС, ПОМ, ПБТ, ПА66, ПВХ, ЭВА.

Иккиламчи хом ашё олиш тайёр хом ашё нардан арзонроқ бўлади ҳамда табиатга етказилиши мумкин бўлган зарарнинг бир қисми олди олинади. Буни маҳсулот таннархининг шаклланишида аниқ кўриш мумкин. Пластмасса маҳсулотларни ишлаб чиқаришда маҳсулот таннархига таъсир қилувчи асосий харажат материал харажатлар ҳисобланади. У умумий харажатларнинг 70% – 77% ини ташкил қилади. Шу сабабли яроқсиз ҳолга келган пластмасса маҳсулотларни қайта ишлаш ва улардан иккиламчи хом ашё сифатида фойдаланиш маҳсулот таннархини камайтириб, иқтисодий самарадорликнинг ошишига олиб келади [1].

Пластмасса маҳсулотларнинг таннархини шакллантирувчи асосий норма структураси қуйидагича:

- тайёр пластмасса маҳсулотнинг массаси;
- технологик ва техно-ташкилий чиқиндилар;
- технологик ва техно-ташкилий йўқотишлар.

Тайёр пластмасса маҳсулотининг массаси деганда сифат кўрсаткичлари ва функционалик жиҳатдан фойдаланиш учун яроқли бўлган маҳсулот

тушунилади. [2]

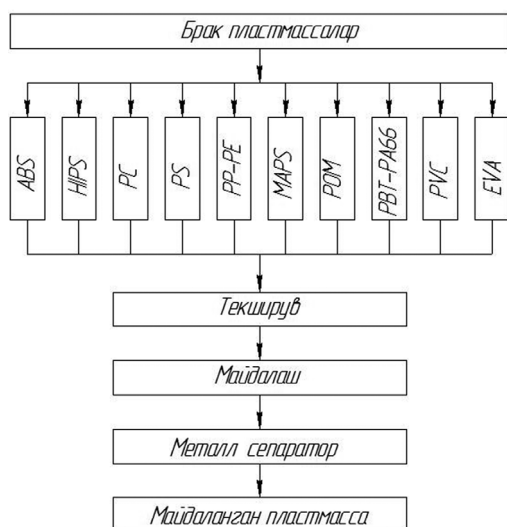
Технологик ва техно-ташкилий чиқиндиларга ишлаб чиқариш жараёнида пайдо бўлган брак маҳсулотлар, шлаклар ва бошқа қайта ишлатиш мумкин бўлган маҳсулотлар киради [3].

Технологик ва техно-ташкилий йўқотишларга эса қайта ишлаш учун яроқсиз бўлган брак маҳсулотлар киради.

Таннархни шакллантиришдаги харажатларга маҳсулот ишлаб чиқариш учун кетган ишчи кучи, электр энергия, асосий ва ёрдамчи ускуна, дастгоҳларнинг амортизация харажатлари, ташиш ва бошқа харажатлар киради [4].

Пластмасса маҳсулотларни қайта ишлашда қайта ишланган иккиламчи хом ашё етарли даражада сифатли бўлиши, зарур миқдордаги хом ашё вақтида ишлаб чиқарилиши ҳам керак. Юқоридаги икки муаммони биргина йўл билан, яъни пластмасса маҳсулотларни қайта ишлаш жараёнини автоматлаштириш билан ҳал қилиш мумкин. Бу орқали қайта ишлаш жараёнида ишлайдиган ишчилар зарарланишининг ҳам олди олинади [5].

Структура схемаси



1-расм. Пластмасса майдалаш цехининг структура схемаси

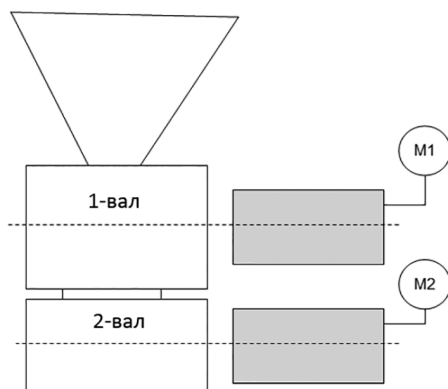
ABS – акрилонитрил бутадиен стирол
 HIPS – юқори мустаҳкам полистирол (high impact polystyrol)
 PC – поликорбанат
 PS – полистирол
 PP – полипропелин
 PE – полиэтилен
 MAPS – метил метокрилат акрилонитрил бутадиен стирол
 POM – полиформалдегит
 PBT – полибутелин терефталат
 PA66 – полиамид (66-серия)
 PVC – поливинил хлорид
 EVA – этиловенил асигат

Пластмасса маҳсулотларини майдалашда сифатли иккиламчи хом ашё олиш учун пластмассаларни турлари бўйича ажратиш олиш керак бўлади. Пластмасса маҳсулотларнинг турларини белгилаш учун уларнинг фарқли томонларини, асосий хусусиятларини аниқлаш керак. Пластмасса маҳсулотларни турларга ажратишда нафақат маркасига қаралади, балки улар ўлчамига, рангига кўра ҳам турларга ажратилади. Буни жараённинг структура схемасида аниқ кўриш мумкин (1-расм).

Пластмасса маҳсулотларни ишлаб чиқаришда мутлақ чиқиндисиз ишлаб бўлмайди. Ҳозирги кунда кўплаб пластмасса маҳсулотлар ишлаб чиқарилаётганини эътиборга олиб ҳамда табиатни зарarli чиқиндилардан ҳимоя қилиш мақсадида брак пластмасса маҳсулотларни қайта ишлашга зарурат мавжуд. Брак пластмасса маҳсулотларни майдалаш дастгоҳининг автоматлаштирилиши олинadиган иккиламчи хом ашё сифатини яхшилайди, шунингдек, иш унумдорлигини ошириб, пластмасса майдалаш дастгоҳининг узоқ вақт ишлашини ҳам таъминлайди [6].

Ишлаш принципига кўра пластмасса майдалаш дастгоҳининг болғали, сиқувчи, кесувчи турлари мавжуд. Булар ичида кесувчи майдалагичлар жуда кенг фойдаланилади. Тузилишига кўра уларнинг бир валикли, икки валикли ва тўрт валикли турлари мавжуд. Майдалагичнинг иккала вали бир томонга айланади ва юқори айлантирувчи момент ҳосил қилади [7].

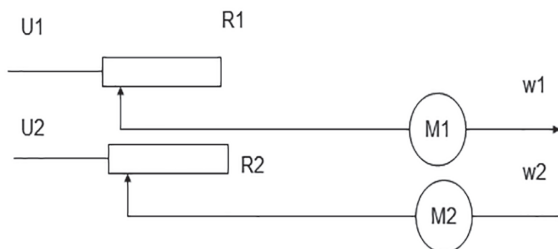
Бу турдаги майдалагичлар унча катта бўлмаган катталиккача майдалаш имконини беради. Шунинг учун бундай майдалагичлардан кенг фойдаланилади. Лекин уларнинг иккита электр двигателлари мавжуд бўлиб, улар бирига мос равишда ишламайди, яъни валлар майдалаган пластмассалар миқдори бир хил бўлмайди. 1-вал кўпроқ миқдорда, 2-вал камроқ миқдорда пластмасса майдалаши натижасида 2-электр двигателда юклама пайдо бўлади. Аксинча, 1-вал камроқ, 2-вал эса кўпроқ миқдорда пластмасса майдаласа ва иккала вал кетма-кет ишлашини ҳисобга олсак, 2-электр двигатель ортиқча ток истеъмол қилаётгани маълум бўлади (2-расм).



2-расм. Икки босқичли иккита валли пластмасса майдалагичнинг ишлаш принципи.

Валларнинг айланиш тезликларини двигателларга тушаётган кучланиш тушишларини ўзгарти-

риб ростлаш мумкин. Жараёни реостат орқали ростлаш қуйидаги чизмада берилган.



3-расм. M1 ва M2 электр двигателларининг айланиш тезликларини R1 ва R2 реостатлар ёрдамида ростлаш.

Кучланиш тушишини ўзгартириш, ростлашда ўзига яраша камчиликлар мавжуд, уларни кўриб чиқиб ростлаш учун оптимал параметр танлаймиз ва у орқали ростлаш қурилмасини танлаш мумкин бўлади.

Юқоридаги чизмадан қуйидагиларни аниқлаш мумкин. Электр двигателдан ажраладиган иссиқлик миқдори Жоул-Ленс қонунига кўра қуйидагича бўлади:

$$Q = IUt = I^2Rt = \frac{U^2t}{R} \quad (1)$$

(1) формуладан қаршилик камайганда ажралаётган иссиқлик миқдори ортишини кўриш мумкин.

$$R = R_0(1 + \alpha T) \quad (2)$$

(2) формуладан қаршиликнинг температурага боғлиқлигини кўриш мумкин. (1) ва (2) шуни кўрсатадики, электр двигателнинг айланиш тезлигини ростлаш учун ундаги қаршилик камайтирилса, электр двигател қизийди. Электр двигател қизиганда (2) ундаги қаршилик ортади. Яъни электр двигателнинг тезлигини ошириш учун ундаги кучланиш тушиши оширилса, электр двигател қизийди. Электр двигател қизимаслиги учун двигателдаги кучланишни камайтирсак, унинг айланиш тезлиги ҳам пасаяди, натижада бошқарув издан чиқади [8].

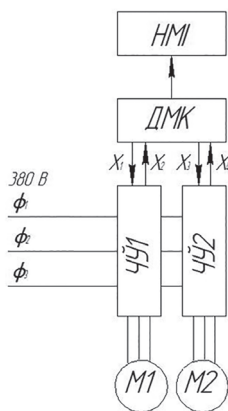
Агар двигателга келаётган ток частотасини ўзгартирсак, двигателда қўшимча қаршилик юзага келади. Унинг қиймати $X_L = \omega L$ формула орқали топилади. Электр двигателда ҳосил бўладиган ортиқча энергия электромагнит майдон кўринишида ҳосил бўлади. Буни биринчи бўлиб инглиз олими Ж.Максвел ўз тажрибаларида аниқлаган. Унинг қиймати (3) формула орқали аниқланади.

$$W = \frac{U^2t}{\omega L} \quad (3)$$

Натижада двигателдаги ток кучи ўзгармайди ва бошқарув издан чиқмайди [9]

(3) формуладан двигателдаги ток частотасини ўзгартирганда ортиқча энергия иссиқлик сифатида эмас, балки электромагнит майдон сифатида ажралиб чиқишини кўриш мумкин. Бу эса бошқарув параметри сифатида ток частотасидан фойдаланиш мумкинлигини кўрсатади. Частота ўзгартиргич ток частотасини ўзгартириш орқали двигател айланиш тезлигини ростлаш имконини берувчи қурилма ҳисобланади.

Биз ўрганаётган пластмасса майдалагичда иккита электр мотор мавжуд бўлиб, улар ЧЎ1-ЧЎ2 лар ДМКга ёзилган мантиқий дастур асосида бошқарилади. Мотордаги юклама токи ва бошқа маълумотлар НМІда кўриниб туради (4-расм).



4-расм. Пластмасса майдалаш дастгоҳининг функционал схемаси

HMI – human machine interface (Одам-машина интерфейси)

ДМК – дастурланувчи мантиқий контроллер

ЧЎ1 – ЧЎ2 – частота ўзгартиргичлар

M1-M2 – электр моторлар

X₁ – ДМК дан ЧЎ1 га берилаётган бошқарув сигнали

X₂ – ДМК ва ЧЎ1 орасидаги тескари алоқа

X₃ – ДМК дан ЧЎ2 га берилаётган бошқарув сигнали

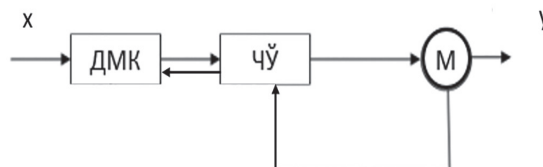
X₄ – ДМК ва ЧЎ2 орасидаги тескари алоқа

У1 – M1 га берилаётган бошқарув сигнали

У2 – M2 га берилаётган бошқарув сигнали

φ1, φ2, φ3 тармоқдаги 3 фазали 380 В ток

Частота ўзгартиргич ёрдамида электр двигатель тезлигини ростлаш системаси одатда қуйидагича бўлади (5-расм).

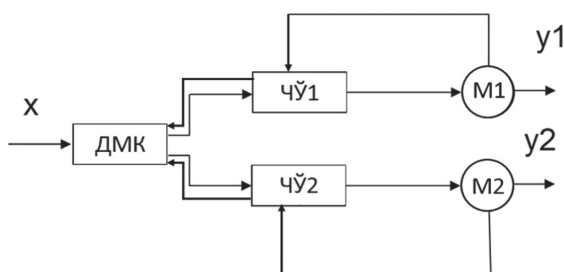


5-расм. Электр двигатель айланиш тезлигини частота ўзгартиргич ёрдамида ростлаш.

Бу системада М двигатель ҳолати ҳақидаги маълумот тескари алоқа орқали ДМКга узатилади ва частота ўзгартиргич орқали двигатель тезлиги бошқарилади. Яъни тескари алоқа сифатида ўша двигательнинг чиқиш сигнали олинади [10].

Таклиф қилинаётган системанинг олдинги системалардан фарқи шундаки, пластмасса майдалаш дастгоҳининг 1-вали 2-валга нисбатан кўп миқдорда пластмасса майдаласа, ДМК

1-двигатель тезлигини камайтиради, 2-двигатель тезлигини оширади. Агар, аксинча, пластмасса майдалаш дастгоҳининг 1-вали 2-валга нисбатан кам миқдорда пластмасса майдаласа, ДМК 1-двигатель тезлигини оширади. Яъни 2-двигательнинг ҳолатига қараб 1-двигатель бошқарилади. Биринчи двигательдаги тескари алоқа фақат авария ҳолатларида хавфсизликни таъминлаш учун керак бўлади (6-расм).



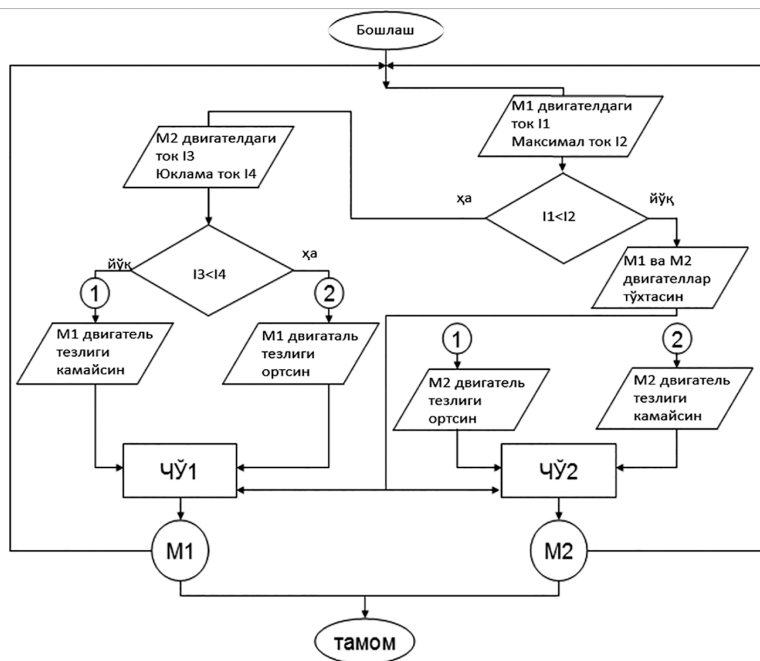
6-расм. Таклиф қилинаётган электр двигатель айланиш тезлигини частота ўзгартиргич ёрдамида ростлаш системаси.

Таклиф этилаётган бошқариш системасининг алгоритми қуйида келтирилган бўлиб, унда системанинг ишлаш жараёни аниқ кўрсатилган (7-расм).

Пластмасса майдалаш дастгоҳи ишга туширилганда, иккала двигательда ток нормал қийматгача кўтарилади. Уни биринчи двигатель учун I1, иккинчи двигатель учун I3 деб белгилаймиз. Агар дастгоҳга қандайдир қаттиқроқ жисм тушиб кетса, дастгоҳ ўчиб қолиши керак, бу хавфсизликни таъминлаш учун зарур бўлади. Алгоритмдаги биринчи шарт I1 < I2 бажарилмаса, 1-валда муаммо борлигини билдиради ва иккала двигатель ҳам ўчирилади. Агар I1 < I2 шарт бажарилса, иккала вал ростланиши учун иккинчи шартга ўтилади. Иккинчи шартда I3 2-двигательдаги ток, I4 иккинчи двигатель ишлаши мумкин бўлган максимал юклама ҳисобланади. I3 < I4 шарт бажарилгани 2-валда ҳеч қандай ортиқча юклама йўқлигини, яъни 2-валда 1-валга нисбатан кўпроқ пластмасса майдалаш мумкинлигини кўрса-

тади. Буни бартараф этиш учун M1 1-двигатель тезлигини ошириш ва M2 2-двигатель тезлигини камайтириш керак бўлади. Агар I3 < I4 шарт бажарилмаса, бу 2-валда ортиқча юклама борлигини кўрсатади, яъни 1-валда 2-валга нисбатан кўпроқ пластмасса майдаланади. Буни бартараф этиш учун M1 1-двигатель тезлигини камайтириш ва M2 2-двигатель тезлигини ошириш керак бўлади. Пластмасса майдалаш дастгоҳининг автоматлашган системаси алгоритми шу усулда ишлайди.

Таклиф этилаётган системанинг ишлаш принципи юқорида айtilган пластмасса майдалаш дастгоҳидаги барча муаммоларни бартараф этиш имконини беради. Агар ушбу автоматик бошқариш тизими амалиётга татбиқ этилса, операторнинг ортиқча хатти-ҳаракатига ҳожат қолмайди. Электр двигательнинг айланиш тезлигини бошқаришда частота ўзгартиргичлардан фойдаланилиши двигательнинг ортиқча юклама туфайли қизиби кетишининг олдини олади.



7-расм. Таклиф қилинаётган электр двигатель айланиш тезлигини частота ўзгартиргич ёрдамида ростлаш системаси алгоритми.

Адабиётлар:

1. Габасов Р., Кириллова Ф. Оптималлаштириш усуллари. – Тошкент: Ўзбекистон, 1995. – 356 б
2. Юсупбеков Н.Р., Муҳамедов Б.И., Гулямов Ш.М. Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. – Тошкент: Ўқитувчи, 2011. – 176 б.
3. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. – Москва: Высшая школа, 1980. – 287 с.
4. Ильин В. А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. В 2-х томах. Т. 1. – Москва: Наука 1980. – 448 с.
5. Шашков И.В. Валковое оборудование и технология процесса непрерывной переработки отходов пленочных термопластов: Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Тамбов, 2005 16 с.
6. Rafi Ahmad S. (2000). Marking of products with fluorescent tracers in binary combinations for automatic identification and sorting // Assembly Automation, Vol. 20. No. 1. P. 58-65.
7. Амридинов С. Ҳисоблаш математикаси ва оптималлаштириш усулларидан мисол ва масалалар ечиш учун ўқув қўлланма. – Самарқанд: СамДУ нашриёти, 1996. – 140 б.
8. Юсупбеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Базаров М.Б. Интервальные методы анализа и синтеза систем управления динамическими объектами. – Тошкент: ТашГТУ, 2015. – 160 с.
9. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev X.Z., Malikov A.V. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. I-II qism. – Toshkent: ToshDTU, 2007. – 360 б.
10. Юсупбеков Н.Р., Мухитдинов Д.П., Базаров М.Б., Халилов Ж.А. Бошқариш системаларини компьютерли моделлаштириш асослари. – Навоий: Навоий-Голд-Сервес, 2009. – 260 б.

OPTIMIZATION OF THE AUTOMATIC OPERATION OF THE PLASTIC CRUSHING MACHINE

Y.E. Kurbonov¹, M.K. Mahkamov², N.S. Kimsanboyev¹

Ilmiy xabarnoma. Fizika-matematika tadqiqotlari – Scientific Bulletin. Physical and Mathematical Research. 2020. 1(3). 38 – 43.

¹Andijan Machine building institute, Andijan, 170119, str. Bobur Shokh, 56 (Uzbekistan). E-mail: info@andmiedu.uz

²Andijan State University, Andijan, 170100, str. University, 129 (Uzbekistan). E-mail: agsu_info@edu.uz

Keywords: block diagram, plastic marriage, PC, PS, ABS, HIPS, PP, PE, MABS, POM, PBT, PA66, PVC, EVA.

The main costs in the production of plastic products that affect the cost of the product is the cost of materials. It accounts from 70% to 77% of all expenses. For this reason, the processing of plastic products and their use as secondary raw materials reduces the cost of production and leads to increased economic efficiency.

In order to obtain high-quality secondary raw materials by crushing plastic products, it is necessary to divide them into types before crushing. For classification and identification of plastic products, a fluorescent material is used to determine the composition and concentration of plastic. The result is compared with the results in the database to determine the product type. This method has been tested on many plastic products and is used by many companies.

When processing plastic products, secondary raw materials must be of sufficient quality and be able to produce sufficient quantities of raw materials in a timely manner. The above two problems can only be solved in one way - by automating the processing of plastic products. This will also prevent harm to workers during the processing process.

According to the principle of operation of the plastic shredder, there are hammer, press-forming types. Of these, cutting grinders are the most widely used. They are

available in versions with one oscillation, two rollers and four rollers, depending on their structure. Both chopper shafts rotate in the same direction and create high torque.

This type of shredder allows you to grind to a small size. Therefore, this type of crusher is widely used. But they have two electric motors, and they don't work in harmony with each other. When it is said that it does not work properly, it means that the amount of crushed plastic in the shafts is not the same. As a result, if the 1st shaft grinds more plastic than the 2nd shaft, the load on the 2nd motor will increase. Conversely, if the 1st shaft grinds less plastic and the 2nd shaft grinds more plastic, you can see that the 2nd motor consumes excess current, while two shafts working in series.

The article explains the project for automatic operation of tool gear shafts intended for crushing defective plastic products. The optimal automation option was determined by analyzing the control parameters. The project is clarified by the structural scheme of the technological process and the algorithm of the system. Accordingly, the gear shafts will work without extra load and do not require extra work from the operator. They will adjust themselves automatically.

References:

1. Gabasov, R., Kirillova, F. (1995). *Optimallashtirish usullari* [Optimization methods]. Tashkent: O'zbekiston.
2. Yusupbekov N.R., Muhamedov B.I., Gulyamov Sh.M. (2011). *Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish* [Control and automation of technological processes]. Tashkent: O'qituvchi.
3. Kuropatkin, P.V. (1980). *Optimalnye i adaptivnye sistemy* [Optimal and Adaptive systems]. Moscow: Vysshaya shkola.
4. Il'in, V. A., Poznyak, E.G. (1980). *Osnovy matematicheskogo analiza* [Fundamentals of mathematical analysis] Vol. 1. Moscow: Nauka.
5. Shashkov, I.V. (2005). *Valkovoe oborudovanie i tekhnologiya processa nepreryvnoj pererabotki othodov plenochnyh termoplastov* [In Rolling equipment and technology of continuous processing of waste following of thermoplastics]. Abstract of Dissertation for the degree of candidate of technical Sciences. Tambov.
6. Rafi Ahmad, S. (2000). Marking of products with fluorescent tracers in binary combinations for automatic identification and sorting". *Assembly Automation*, Vol. 20 No 1. Pp. 58-65.
7. Amridinov, S. (1996). *Hisoblash matematikasi va optimallashtirish usullaridan misol va masalalar yechish uchun o'quv qo'llanma* [Tutorial for solving examples and issues of computational mathematics and optimization methods] Samarkand: SamDU.
8. Yusupbekov, N.R., Igamberdiev X.Z., Bazarov M.B. (2015). *Intervalnye metody analiza i sinteza sistem upravleniya dinamicheskimi objektami* [Interval methods of analysis and synthesis of control systems for dynamic objects]. Tashkent: TashGTU.
9. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev X.Z., Malikov A.V. (2007). *Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari* [Foundations of automation of technological processes]. Part I, II. Tashkent: ToshDTU.
10. Yusupbekov N.R., Muhitdinov D.P., Bazarov M.B., Xalilov A.J. (2009). *Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari* [Manual of computer modeling foundation of management systems]. Tashkent. Navoiy: Navoiy-Gold-Serves.

Муаллифлар ҳақида маълумот:

Курбонov Ёкубжон Эгамбердиевич – техника фанлари номзоди, доцент. Андижон машинасозлик институти Машинасозлик ишлаб чиқаришни автоматлаштириш кафедраси мудири. E-mail: kurbonovokubjon@gmail.com

Маҳкамov Мадаминжон Комилович – техника фанлари номзоди, Андижон давлат университети Информатика ўқитиш методикаси кафедраси доценти. E-mail: mailuzbek@umail.uz

Кимсанбоев Нодирбек Шоирбек ўғли – Андижон машинасозлик институти Машинасозлик ишлаб чиқариш-ни автоматлаштириш кафедраси ассистенти. E-mail: kimsanboev@list.ru