

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/30.12.2019.T.08.01. RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI**

**XASANOVA MUXLISA ERGASH QIZI**

**TURLI ZICHLIKDAGI QOG‘OZLARDA  
SHTAMPLASH PARAMETRLARINI ASOSLASH HISOBIGA QADOQLASH  
MAHSULOTLARINING SIFATINI OSHIRISH**

**05.02.03 – “Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va  
robototexnika tizimlari”**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati  
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical  
science**

**Xasanova Muxlisa Ergash qizi**

Turli zichlikdagi qog‘ozlarda shtamplash parametrlarini asoslash hisobiga  
qadoqlash mahsulotlarining sifatini oshirish..... 3

**Xasanova Muxlisa Ergash qizi**

Повышение качества упаковочной продукции путем обоснования  
параметров тиснения на бумагах различной плотности..... 23

**Khasanova Mukhlisa Ergash qizi**

Improving the quality of packaging products through the justification of  
embossing parameters on papers of various densities..... 43

**E’lon qilingan ishlar ro‘yxati**

**Список опубликованных работ**

**List of published works .....** 47

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.03/30.12.2019.T.08.01. RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI**

**XASANOVA MUXLISA ERGASH QIZI**

**TURLI ZICHLIKDAGI QOGOZLARDA  
SHTAMPLASH PARAMETRLARINI ASOSLASH HISOBIGA QADOQLASH  
MAHSULOTLARINING SIFATINI OSHIRISH**

**05.02.03 – “Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va  
robototexnika tizimlari”**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.4.PhD/T5095 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tildi (o'zbek, rus, ingliz (rczyume)) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.ttesi.uz](http://www.ttesi.uz)) va "Ziyonet" axborot-ta'lim portalida ([www.zyonet.uz](http://www.zyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Babaxanova Xalima Abishevna**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Bahodirov G'ayrat Ataxanovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Zilbergleyt Mark Aronovich**  
kimyo fanlari doktori, dotsent  
(Belarus Respublikasi)

**Yetakchi tashkilot:**

**Buxoro davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/30.12.2019.T.08.01-raqamli ilmiy kengashning 15 yanvar 2026 yil soat 14<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil:100100, Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Shohjaxon - 5). Tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: 253-036-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz). Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ma'muriy binosi, 222 - xona).

Dissertatsiya bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (260-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent sh. Shohjaxon -5, tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil 16 dekabr kuni jarayantildi.  
(2025 yil 26 raqamli 260 raqamli reyestr bavlonnomi)



**X.H. Kamilova**

Ilmiy darajalar beruvchi,  
Ilmiy kengash raisi t.f.d., professor

**A.Z. Mamatov**

Ilmiy darajalar beruvchi,  
Ilmiy kengash kotibi, t.f.d., professor

**Sh.Sh. Xakimov**

Ilmiy darajalar beruvchi, Ilmiy  
kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

## **KIRISH (falsaфа doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda qadoqlash mahsuloti matbaa sanoatining asosiy mahsulotlaridan hisoblanib, sifatli qadoqlash mahsulotlari ishlab chiqarishda energiya-resusrs tejamkor texnologiya va texnika vositalarini qo'llash yetakchi o'rinnlardan birini egallamoqda. Qadoqlash sanoati iqtisodiyotining muhim bo'g'ini bo'lib, har yili 3–7 % atrofida o'sish sur'atini namoyon qilmoqda. Ekologik materiallarga - ikkilamchi ishlashga yaroqli bo'lgan qog'oz va kartonga o'tilishi, shuningdek, bu materiallarning zamonaviy chop etish texnologiyalariga yuqori darajada mosligi bozor rivojlanishining asosiy omillari bo'lib hisoblanadi. Apple, Chanel, Tiffany & Co., Louis Vuitton, Dior, Rolex va boshqa yetakchi jahon brendlарining ekologik qadoqlarini bezatish uchun folgalash – bosim va haroratdan foydalanib shtamplash texnologiyaidan keng foydalaniladi. Bu borada relyefli elementlar va teksturali effektlarni hosil qilish, qadoqlarga individuallik va o'ziga xos jozibadorlikni shakllantirish, mahsulotlarni ishlab chiqarishda resurstejamkor va samarali texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda yuqori samarali va ekologik xavfsiz pardozlash usuli - metallashtirilgan qoplamlardan foydalangan holda bosma mahsulotlarda tanlab olingan yuzalarda jozibador hajmli tasvir yaratishga qaratilgan keng ko'lamli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu yo'nalishda turli zichlikdagi qog'ozlarda shtamplash parametrlarini asoslash hisobiga qadoqlash mahsulotlarining sifatini oshirish bo'yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Bu borada har xil qog'oz turlarida qadoqlarning barqaror sifatini ta'minlash, ularning sifatini oshirish, issiq shtamplash texnologiyasini takomillashtirish hamda texnologik parametrlarni optimallashtirish, texnologiyalarini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda bugungi kunda chop etish va pardozlashning turli usullaridan foydalanib qadoqlash mahsulotlarini tayyorlash sifatini yaxshilash, raqobatbardosh va eksportga yo'naltirilgan bosma mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022/2026-yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasida "milliy iqtisodiyot barqarorligini ta'minlash, yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirish hamda sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 1,4 martaga ko'paytirishga qaratilgan sanoat siyosatini amalga oshirishni davom ettirish"<sup>1</sup> bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu vazifalarni amalga oshirishda, matbaa mahsulotlari tannarxini pasaytirish, ichki bozorni mahalliy xomashyo bilan ta'minlash, import qilinadigan xomashyo (qog'oz, karton, bo'yoqlar va yelimlovchi moddalar) ishlab chiqarishni mahalliylashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 13-sentabrdagi PQ-3271-son "Kitob mahsulotlarini nashr etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ'ib qilish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar dasturi to'g'risidagi"gi, 2020-yil 16-martdagi PQ-4640-son "Noshirlik va

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60 «2022/2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi» to'g'risida Farmoni

matbaa sohasini yanada rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Qarorlari, shuningdek, mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning O'zbekiston Respublikada fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi.** Dissertatsiya ishi bo'yicha tadqiqotlar fan va texnologiyalar rivojlanishining II. «Energetika, energiya va resurstejamkorlik» ustuvor yo'nalishiga mos keladi.

**Muammoning o'r ganilganlik darajasi.** Qadoqlash mahsulotlari uchun chop etish va pardozlash usullari, folganing chop etiluvchi materialning yuzasi bilan o'zaro ta'sirlashuvi jarayonining mexanizmi va kinetikasi haqidagi jahon ilm-faniga Vieira M.G., Deshmukh S., Goswami A., Shan X.C., V.I.Bobrov, D.V.Vorobyev, L.Y. Senatorov, T.Y.Kirichok, L.O.Gorshkova, T.A.Dolgova va h.k. kabi olimlar sezilarli hissa qo'shganlar. Shtapmlashning texnologik parametrlari, folganing xossalari va tarkibining tasvirlarni hosil qilish sifatiga ta'siri S.N.Kozlov, O.B.Kupsov, G.V.Uryadov, M.M.Plotkin, YE.A.Chirkov, S.G.Ilyasov, N.L.Talimonova, P.O.Chaykovskiy va boshqalarning ishlarida tadqiq qilingan.

Respublikada ikkilamchi xomashyodan matbaa materiallarini ishlab chiqarish, bosma mahsulotlarining sifatini oshirish bo'yicha texnologik parametrlarni asoslash, texnologik jarayon parametrlari va materiallarning xossalari orasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash bo'yicha tadqiqotlar X.A.Alimova, O.Raximov, A.K.Bulanov, X.A.Babaxanova, I.A.Nabiyeva, U.J.Yeshbayeva, I.A.Bulanov, A.A.Djalilov, Z.K.Galimova, O.D.Haqnazarova, I.I.Ismailov, D.R.Safayeva, M.M.Abdunazarov va boshqalarning ishlarida amalga oshirilgan.

Lekin ta'kidlash kerakki, unikallik, jozibadorlik va qalbakilashtirishdan himoyalash uchun issiq shtamplash usulidan foydalanib qadoqlash mahsulotlarining sifatini oshirish, shtamplash parametrlari – shtampning harorati va bosim kuchining tasvirlarni hosil qilish sifatiga ta'sirini, sifatli nusxalarni olish maqsadida issiq shtamplashda folga va chop etiluvchi materialning o'zaro ta'sirlashuvi jarayonining o'ziga xosliklarini aniqlash bo'yicha ko'p sonli ilmiy tadqiqotlar va olingan ijobjiy natijalar yetarlicha tadqiq qilinmagan.

**Tadqiqotning dissertasiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalarini bilan bog'liqligi.** Dissertasiya tadqiqoti Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ilmiy-tadqiqot ishlari tematik rejasiga bog'liq bo'lib, VA-OT-A3-05 "O'zbekiston Respublikasi sellyuloza-qog'oz va matbaachilik sanoatlari uchun ikkilamchi tolali materiallardan qog'oz olish texnologiyasini takomillashtirish" amaliy loyihasiga muvofiq bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** turli zichlikdagi qog'ozlarda qadoqlash mahsulotlarining sifatini ta'minlash uchun issiq shtamplash texnologiyasini tadqiq qilish va shtamplash parametrlarini asoslashdan iborat.

### **Tadqiqotning vazifalari:**

qadoq mahsulotlarini chop etishda issiq shtamplash texnologik jarayonini, folga va chop etiluvchi materialning o'zaro ta'sirlashuvi jarayoni bo'yicha ilmiy tadqiqotlarning tahliliy sharhini amalga oshirish;

turli zichlikdagi qog‘ozlarning fizik-mexanik va yuza xususiyatlarini o‘rganish hamda issiq shtamplash jarayonida shtamp bosimi va haroratning tasvirning liniaturasi va qoplanuvchanligiga ta’sirini tadqiq qilish;

qoplanishning to‘liqligi, konturlarning tekisligi va nuqsonlar (uzilishlar, yoriqlar) yo‘qligi kabi obyektiv mezonlardan foydalanib shtamplash sifatini baholash metodikasini ishlab chiqish;

matbaachilik korxonalarida issiq shtamplash texnologik jarayonini optimallashtirishda iqtisodiy samaradorlikni aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida tigel pressining parametrlari, turli zichlikdagi qog‘ozlar, issiq shtamplash usuli bilan tayyorlangan nusxalar olingan.

**Tadqiqotning predmeti** folga va chop etiluvchi material yuzasining o‘zaro ta’sirlashuvi jarayoni, shtamplash parametrlari va qoplanishning to‘liqligi orasidagi o‘zaro bog‘liqlik kinetikasidan iborat.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiya ishida nusxalarning sifat parametrlarini baholashning standart va zamonaviy usullari – optik mikroskopiya, spektrodensitometrik usullardan foydalanilgan, tajriba natijalariga ishlov berish uchun matematik modellashtirish usullari qo‘llanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

qadoqlash mahsulotlarida tasvirning liniaturasi va qoplanishning to‘liqligini ta’minlash maqsadida shtamplashning parametrlarning ratsional qiymatlari olingan tenglamalarni tahlil qilish asosida aniqlangan;

shtamp harorati va bosimining folgani qoplashning bir tekisligiga va konturlarning aniqligiga ta’sirini hisobga olgan holda turli zichlikdagi qog‘ozlarda shtamplash sifatiga baho berish metodikasi ishlab chiqilgan;

mikroskopik va spektrodensitometrik usullar orqali chop etiluvchi qog‘ozning xususiyatlariga bog‘liq holda nusxalarning yuqori liniaturasi va qoplanish to‘liqligining ta’minlovchi shtamplashning bosim va harorat rejimlari aniqlangan;

qog‘ozning yuza xususiyatlari, shtamplashning texnologik parametrlari va nusxalarda folganing qoplanishi to‘liqligi orasidagi o‘zaro bog‘liqligi kichik kvadratlar usuli orqali tuzilgan regressiya tenglamalarini tahlil qilish asosida aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

qadoqlash mahsulotlarida tasvirning liniaturasi va qoplanishi to‘liqligini ta’minlaydigan shtampning harorati va bosimining ratsional qiymatlari aniqlangan;

turli zichlikdagi qog‘ozlarda issiq shtamplash orqali qadoqlash mahsulotlari sifatini texnologik ta’minlash uchun regressiya tenglamalari olingan;

berilgan xossalarga ega qog‘ozdan foydalanishda folga bilan issiq shtamplash texnologik jarayonini optimallashtirishga imkon bergan, bu esa qadoqlash mahsulotlarini chop etishda moddiy va energiya xarajatlarini qisqartirgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natjalarning muvofiqlashganligi, aprobatсиya va joriy qilishning ijobiylari, shuningdek, natjalarning taqqoslanishi, shuningdek, ularning ma’lum baholash mezonlari bo‘yicha bilan tasdiqlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Natjalarning ilmiy ahamiyati qadoqlash mahsulotlarida liniaturaning yuqori aniqligi va folga

qoplanishining to‘liqligini ta’minlash uchun zarur bo‘lgan shtampning bosimi va haroratini hisoblash uchun tenglamaning olinganligi; tigel pressning rejim parametrlari, aynan, shtampning harorati va bosimi hamda mikroskopik va axborot usullari bilan baholanadigan nusxalarning sifati orasidagi bog‘liqlikning aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shunda namoyon bo‘ladiki, tigel pressning ratsional parametrlarini chop etiladigan materiallarning xususiyatlari bilan uyg‘un holda qo‘llash natijasida tasvirning liniaturasi va qoplanish to‘liqligi ta’minlanadi, bu esa texnologik chiqindilarining kamayishiga, mahsulot tannarxining pasayishiga, ishlab chiqarish samaradorligining ortishiga xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Tigel pressning ish rejimlari parametrlarini va folganing chop etiluvchi materialning yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlashuvining o‘ziga xosliklarini aniqlashga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqotlarning olingan natijalari asosida:

o‘rash qadoqlash mahsulotlarini shtamplashning rejim parametrlari «Micros», «ENGRAVER TECHNOLOGY», «Clever Pack» va «PAPIRUS ART» korxonalarida joriy qilingan (“Sharq” nashriyot-matbaa aksiyadorlik kompaniyasining 2025-yil 27-oktabrdagi 2/20-136-sonli ma’lumotnomasi). Natijada shtampning harorati  $120^{\circ}\text{C}$  va bosim 13 MPa bo‘lganda shtamplash rejimida liniaturaning yuqori aniqligiga, qoplanish to‘liqligiga va tannarxni 15% dan ko‘proqqa pasayishiga imkoniyat yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari 7 ta ilmiy-texnik anjumanlarda, shu jumladan, 4 ta xalqaro anjumanlarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 15 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, Skopus xalqaro bazasiga kiruvchi jurnallarda 2 ta maqola chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, 4 ta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 100 betni tashkil etadi.

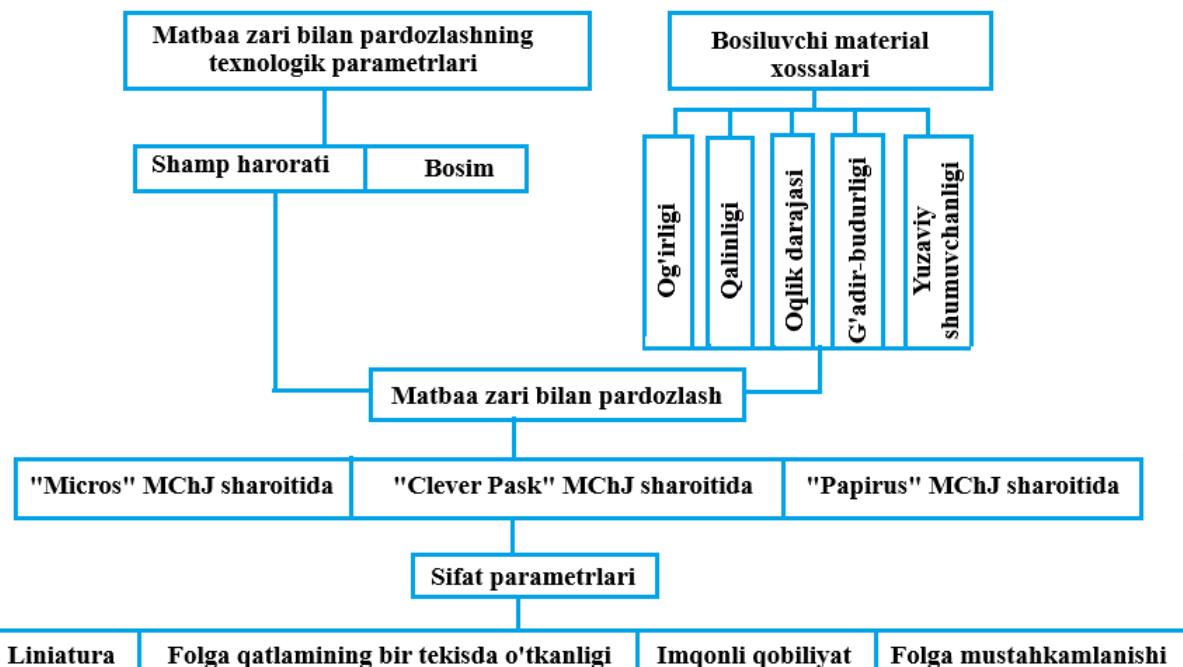
## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, shuningdek, obyekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning muhim yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natjalarning ishonchliligi asoslangan, tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan, tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilish, nashr qilingan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “**Qadoqlash mahsulotlarda turli pardozlash usullaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar sharhi va tahlili**” deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusi bilan bog‘liq ilmiy tadqiqotlar sharhi va adabiyot manbalari

tahlili keltirilgan. Bosishdan keyingi jarayonlari sohasidagi turli bosma usullar va pardozlash turlaridan foydalanish bo'yicha olimlarning ilmiy tadqiqot tajribalari o'rganilgan va umumlashtirilgan. Ushbu tadqiqotlar qadoqlash mahsulotlarini sifatli va soxtalashtirishdan himoya qilish maqsadida olib borilgan. Qadoqlash mahsulotlarining yuqori sifatda ishlab chiqarilishi chop etilgan mahsulot turiiga, tigel pressining texnologik parametrlariga hamda bosilayotgan materialning xususiyatlari mos ravishda to'g'ri pardozlash usulini tanlash va qo'llash orqali ta'minlanadi. Metallashtirilgan matbaa zari va bosilayotgan material o'rtasidagi o'zaro ta'sir jarayonining xususiyatlari, qadoqlash mahsulotlarining sifatini texnologik ta'minlanishi yetarlicha o'rganilmagan.

Dissertatsiyaning "**Issiq shtamplash orqali chop etilgan bosma mahsulot sifatini baholash**" deb nomlangan ikkinchi bobida metallashtirilgan matbaa zari bilan turli zichlikdagi kartonda shtamplashning optimal ish rejimlarini aniqlash va tanlash, shuningdek, jarayon parametrlarining - harorat va bosimning - shtamplash sifatiga ta'siri o'rganilgan (1-rasm).



**1-rasm. Issiq shtamplash orqali chop etilgan bosma mahsulot sifatini baholash sxemasi**

Tadqiqot o'tkazish maqsadida magniyidan (5 mm qalinlikda) o'lchami 70x120 mm bo'lgan shtamp-klishe tayyorlandi. Ushbu shtamp-klishe MChJ «**ENGRAVER TECHNOLOGY**» korxonasida CNC Mikoni 430P/540P ko'p funksiyali frezer stanokida ishlab chiqarildi.

Ishlab chiqilgan olti qismdan iborat test-obyektida plashka, murakkab konfiguratsiyalarga ega obyektlar, negativ va pozitiv matnlar Corel Draw 17 dasturi yordamida joylashtirilgan. Matbaa zari aniqlikda ifodalanganligini baholash uchun test-obyektidagi chiziqlarning qalinligi quyidagicha: 1 - 1,5 mm; 2 - 1,0 mm; 3 - 0,5 mm; 4 - 0,4 mm; 5 - 0,3 mm; 6 - 0,2 mm. Chop etilgan tasvirning o'lchami 65x114 mm. Ishlab chiqilgan test-obyektidagi elementlarning kompleks tahlili matbaa

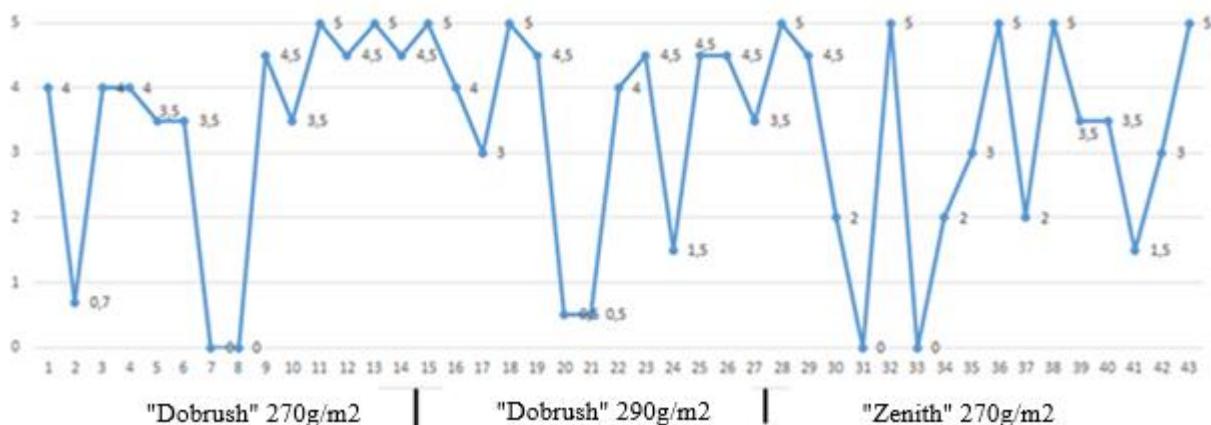
zarining yopuvchanligi va chiziqlarni aniq ifodalanganligini obyektiv baholash imkonini beradi (2-rasm).



**2-rasm. Issiq shtamplash orqali chop etilgan bosma mahsulot sifatini baholash uchun test-obyekt**

«Micros» MCHJ matbaa korxonasida TYMK-750 markali yarimavtomat tigel pressda chop etilgan nusxalarning liniaturasi olti ballik shkala bo'yicha test-obyektidagi aniq aks etgan chiziqlar guruhlari soniga asoslanib baholandi.  $120^{\circ}\text{C}$  haroratda 5,5–5,9 ballik baholarga ega bo'lgan nusxalarda aniq va nuqsonziz tasvir sifati kuzatildi.  $115 \pm 1^{\circ}\text{C}$  haroratda baholar 4,2–5,1 balgacha,  $112 \pm 1^{\circ}\text{C}$  haroratda - 3,0–3,9 balga erishilganligi kuzatildi. Shtamp haroratini pasayishi test-obyektdagi mayda va kichik detallarni yo'qotishiga olib keldi.

Matbaa zarini to'liq qoplanishi test-obyektdagi plashka qanchalik to'liq chop etilganiga qarab besh ballik shkala bo'yicha baholandi (3-rasm).

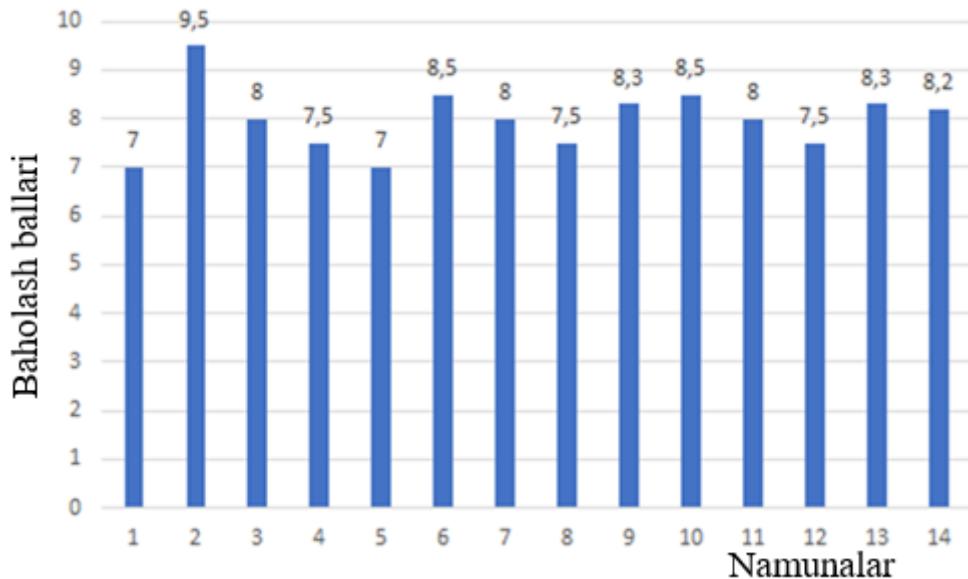


**3-Rasm. Besh ballik shkala bo'yicha turli zichlikdagi kartonga matbaa zarini to'liq qoplanishining o'zgarish diagrammasi**

Miqdoriy jihatdan matbaa zarini to'liq qoplanishi piksellar sonining 100 ga ko'paytirilgan to'liq qoplangan tasvirdagi piksellarning umumiy soniga

(1 032 382 piksel) nisbatida sifatida hisoblangan. Olingan ma'lumotlarga ko'ra, eng yaxshi natijalar  $120^{\circ}\text{C}$  haroratda va 1 MPa bosim kuchida chop etilgan namunalar bilan ko'rsatildi. Eng past ko'rsatkich  $100^{\circ}\text{C}$  da chop etilgan namunalar uchun qayd etilgan.

Besh ballik shkaladan foydalangan holda, imkonli qobuliyat kichik detallar va murakkab elementlarni, shu jumladan, negativ va pozitiv matnlarni to'liq ifodalanishiga qarab vizual tarzda baholandi (4-rasm).



**4-Rasm. Imkonli qobuliyatni baholash reytingini diagrammasi**

Tajriba shuni ko'rsatdiki, imkonli qobuliyatga shtamp harorati bosim kuchiga qaraganda ko'proq ta'sir qiladi. MChJ "Micros" matbaa korxonasiidagi TYMK-750 markali pressida zichligi 270 va  $290\text{ g/m}^2$  (Dobrush, Belarus) va  $270\text{ g/m}^2$  (Zenith) bo'rlangan kartonda chop etilganda ratsional parametrler  $120^{\circ}\text{C}$  harorat va  $13 \pm 1\text{ MPa}$  bosim deb topildi. Bunday sharoitlarda matbaa zari to'liq taqsimlanishiga erishiladi, bu ularni yuqori sifatlari bo'rttirma bilan ta'minlash uchun maqbul deb hisoblanadi.

Issiq shtamplash jarayoni parametrlarining muvofiqligini eksperimental tekshirish (tasdiqlash) uchun TYMB-750 markali tigel pressda MChJ "Clever Pack" matbaa korxonasida tadqiqot sinovlari o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, zichligi 270 va  $290\text{ g/m}^2$  (Dobrush) va  $270\text{ g /m}^2$  (Zenit) bo'rlangan kartonga yuqori sifatlari bo'rttirma qilish uchun shtamp harorati  $100\text{--}120^{\circ}\text{C}$  va bosim kuchi  $10 \pm 1\text{ MPa}$  ratsional parametrdir. Bunday sharoitda matbaa zarini to'liq qoplanishining yuqori darajasiga erishiladi, bu vizual baholash va nusxalarning aniq ifodalanishini miqdoriy o'chovlari bilan tasdiqlanadi.

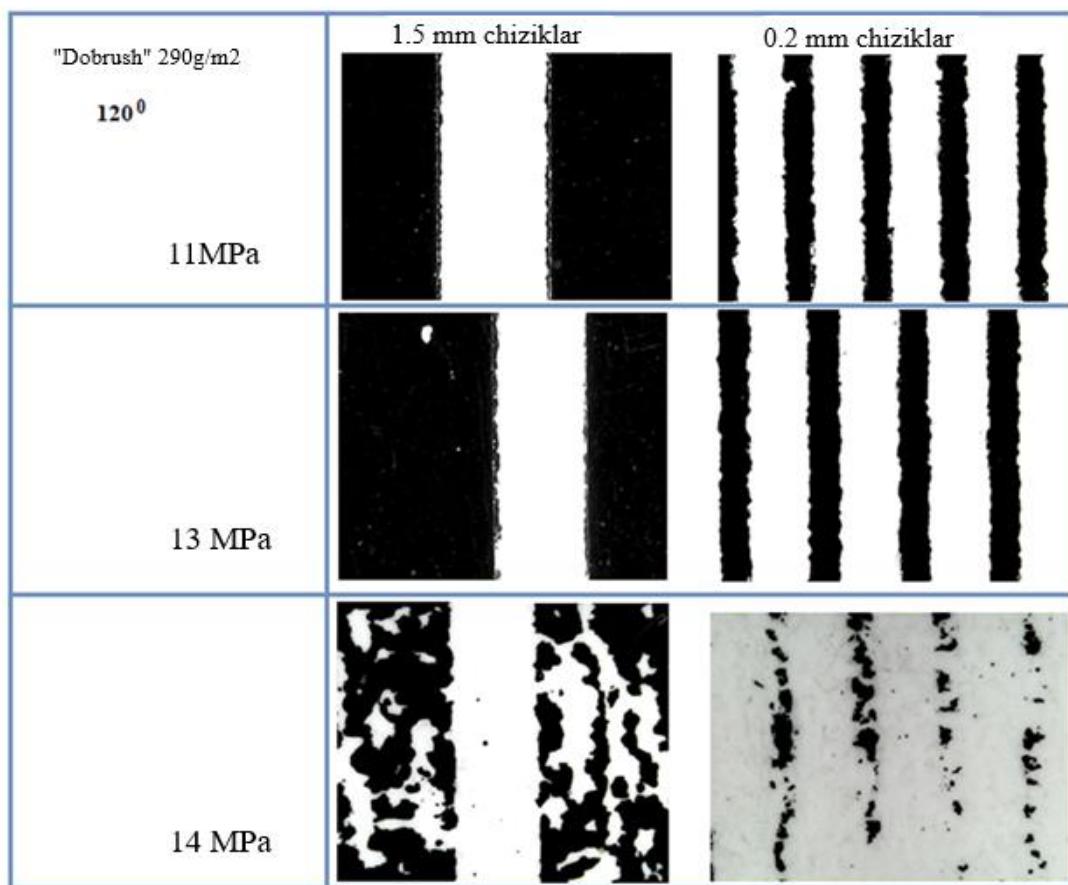
Issiq shtamplash jarayoni parametrlarining to'g'riligini tekshirish uchun MChJ "Papirus ART" matbaa korxonasida TYMB-7500 markali tigel pressda tadqiqot sinovlari o'tkazildi. Aniqlanishicha, zichligi 270 va  $290\text{ g/m}^2$  (Dobrush) bo'rlangan kartonga bo'rttirma qilish uchun 18 MPa bosimdagi shtamp harorati  $120^{\circ}\text{C}$ ,

shuningdek, 125° C, 130° C va 140° C bosimdagи harorat 140° C bo‘lgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, bu sharoitlarda imkonli qobuliyatning maksimal foiziga erishiladi.

Dissertatsiyaning “**Optik mikroskopiya yordamida turli qalinlikdagi chiziqlarni aniq ifodalanishini aniqlash**” deb nomlangan uchinchi bobи MChJ “Micros” matbaa korxonasida 120°C haroratda, har xil bosim kuchi 11, 13 va 14 MPada chop etilgan nusxalar sifati Motic BA210 optik mikroskop yordamida olingan mikrofotosuratлari (5-rasm) asosida bo‘rttirma sifatini har tomonlama tahlil qilishga bag‘ishlangan.

290 g/m<sup>2</sup> bo‘rlangan "Dobrush" kartonda qalinligi 1,5 mm dan 0,2 mm gacha bo‘lgan chiziqlar 11 va 13 MPa bosim kuchida bir xil rangga ega bo‘lib, metallashtirilgan folga qatlamida hech qanday sinish yoki yoriqlar yo‘q, bu yaxshi bo‘rttirma sifati va folga substratga ishonchli yopishganligini ko‘rsatadi (5-rasm). 14 MPa bosim kuchida qalinligi 1,5 mm dan 0,2 mm gacha bo‘lgan chiziqlar notekis konturlarni ko‘rsatdi va shaffoflikni pasaytirdi, bu bosim, harorat o‘rtasidagi balansini buzilishini ko‘rsatadi.

MChJ "Clever Pack" ishlab chiqarish sharoitida olingan nusxalarning mikrofotosuratlarining qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatdiki, ratsional shtamplash parametrlari 100-120° C oralig‘ida shtamp harorati va 10 MPa bosim (6-rasm).



**5-Rasm. 290 g/m<sup>2</sup> zichlikdagi bo‘rlangan “Dobrush” kartonga 120°C haroratda va har xil bosimda bosilgan nusxalarni mikrofotosuratлari**

"Dobrush" 270g/m <sup>2</sup> 10 MPa 100 <sup>0</sup> C	1.5 mm chiziklar	0.2 mm chiziklar
110 <sup>0</sup> C		
115 <sup>0</sup> C		
120 <sup>0</sup> C		

**6-Rasm. 270 g/m<sup>2</sup> zichlikdagi bo‘rlangan “Dobrush” kartonga 10 MPa bosim va har hil haroratda bosilgan nusxalarni mikrofotosuratlari**

270 va 290 g /m<sup>2</sup> zichlikdagi bo‘rlangan kartonlar bo‘rttirma sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi, bu jarayonning belgilangan chegaralarida barqarorligini ko‘rsatadi.

Oldin o‘rnatilgan ratsional bo‘rttirma parametrlarining barqarorligi va takrorlanishini eksperimental tekshirish uchun TYMK-750 markali yarim avtomatlashdirilgan tigel pressidan foydalangan holda MCh “Papirus ART” ishlab chiqarish sharoitida qo‘srimcha sinovlar o‘tkazildi (7-rasm). Shtamp harorati 120, 125, 130 va 140 °C orasida, 16, 17 va 18 MPa bosim kuchlari qo‘llanilgan.

"Dobrush" 290 g/m <sup>2</sup> 120 <sup>0</sup> C 16 MPa	1.5 mm chiziklar	0.2 mm chiziklar
17 MPa		
18 MPa		

**7-Rasm. 290 g/m<sup>2</sup> zichlikdagi bo‘rlangan “Dobrush” kartonga 120<sup>0</sup> C haroratda va har xil bosimda bosilgan nusxalarni mikrofotosuratlari**

7-rasmdan ko‘rinib turibdiki, 1,5 mm qalinlikdagi chiziqlar va 0,2 mm ingichka elementlar konturni aniqlashning yuqori darajasi va bir xil pigment qatlamini o‘tkazish

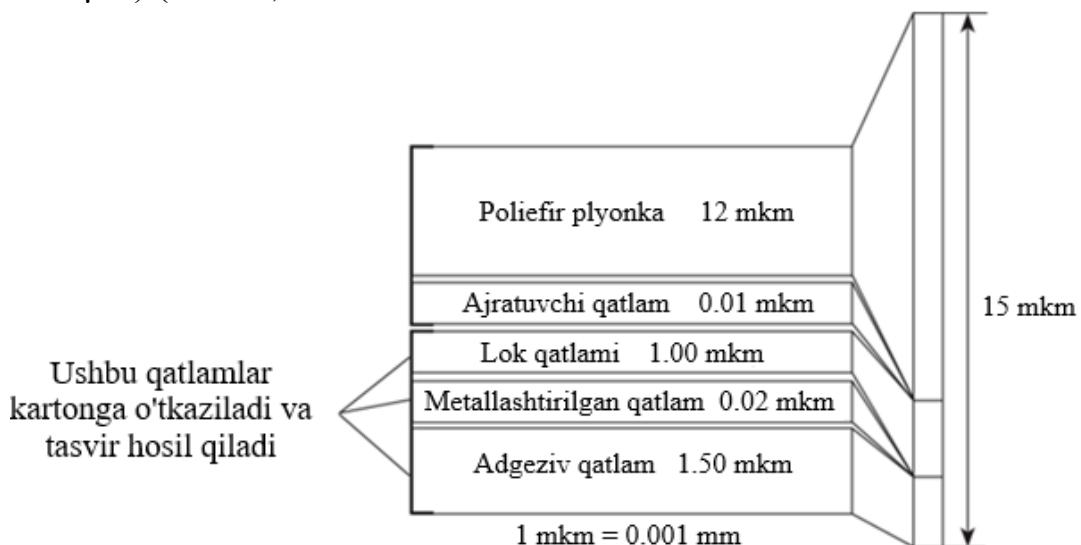
bilan tavsiflanadi. Matbaa zari qoplamaning yetarli emasligi, qoplamaning uzelishi yoki siljishi kabi nuqsonlarning yo‘qligi shuni ko‘rsatadi, bu harorat va bosim kuchi metallashtirilgan qatlamning ham katta, ham kichik tasvir detallarida barqaror va yuqori sifatli o‘tkazilishini ta’minlaydi, bu parametrlarni ushbu turdagagi substratda folga shtamplash uchun optimal deb hisoblash imkonini beradi.

Mikroskopik tadqiqotlar asosida turli ishlab chiqarish sharoitlari uchun optimal shtamplash parametrlari aniqlandi. “Micros” MChJda TYMK-750 markali tigel pressi uchun 11-13 MPa bosim kuchi va 120° C harorat optimal hisoblanadi; bosimni oshirish sifatni pasaytiradi. “Clever Pack” MChJdag TYMB-750 markali tigel pressida 10 MPa va 100–120°C samarali, karton zichligi (270 yoki 290 g/m<sup>2</sup>) esa sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi. “Papirus ART” MChJda TYMK-750 markali tigel pressida 16-18 MPa va 120-140° C haroratda, shu jumladan, ingichka tasvir elementlarida barqaror sifat ta’minlanadi.

Natijalar shtamp harorati, bosim kuchi va bosib chiqarish sifati o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga, shuningdek, har xil turdagagi uskunalar va substratlar uchun optimal bo‘rttirma rejimlarini aniqlashga imkon berdi.

Dissertatsiyaning «**Issiq shtamplashda matbaa zari va bosiluvchi material o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir jarayonining xususiyatlari**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida issiq shtamplash chuqurligi va shtamp bosimi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga va matematik modellashtirishga asoslangan sifat va narx nisbatini ta’minlash uchun shtamplash parametrlarini asoslashga bag‘ishlangan.

Issiq shtamplash uchun matbaa zari – ko‘p qatlamlili mahsulot bo‘lib, odatda 15 μm (0,015 mm) qalinlikda, poliester pylonka (asos/substrat) qalinligi esa 12 μm (ba’zan 19 μm) (8-rasm).



**8-rasm. Issiq shtamplash uchun matbaa zari strukturasi**

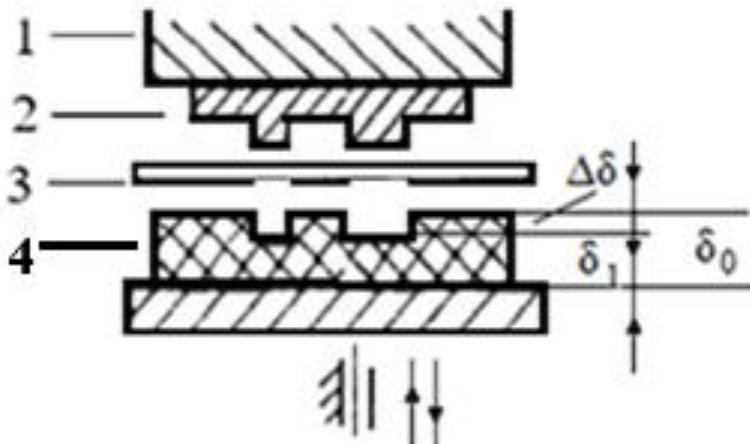
Matbaa zarining poliester pylonkasi barqarorlik va taranglikni ta’minlaydi (8-rasm) va substratdan osongina ajratish uchun ajratuvchi qatlam bo‘lib xizmat qiladi. Lak va metallashtirilgan qatlamlar vizual effektga eng katta ta’sir ko‘rsatadi, chunki ular yaltiroqlikning intensivligini, konturlarning tiniqligini va qoplamaning bir xilligini

belgilaydi. Issiq shtamplash paytida bosim va harorat matbaa zarining adgezion qatlamini faollashtiradi, natijada shtamp relyefining sohalarida substrat yuzasiga sirt relyefi hosil bo‘ladi.

Yuqori sifatli bo‘rttirmani ta’minlash uchun relyef chuqurligi, matbaa zari qalinligi va uning ko‘p qatlamli tuzilishining optimal kombinatsiyasi talab qilinadi. Bu parametrlar orasidagi disbalans uzatish nuqsonlariga, yopishishning pasayishiga va dekorativ xususiyatlarning yo‘qolishiga olib kelishi mumkin. Matbaa zari turini va bo‘rttirma rejimini tanlashda barcha omillarni hisobga olish yuqori sifatli, texnologik jihatdan barqaror va estetik jihatdan sifatli natijaga erishish uchun juda muhimdir.

Naqsh chuqurligining fizik ma’nosi shundaki, u siqilish ostida materiallarning mutlaq qoldiq deformatsiyasi  $\Delta\delta$  ni ifodalaydi. Tekis matbaa zarisiz shtamplashda bu muhim sifat ko‘rsatkichi bo‘lsa, issiq shtamplashda esa bosmaning aniqligini bilvosita belgilaydi.

Naqsh chuqurligi  $h_t$  materialning shtamplashdan oldingi qalinligi  $\delta_0$  va keyingi qalinligi  $\delta_1$  o‘rtasidagi farq sifatida aniqlanadi, bunda 15 daqiqadan so‘ng, bosim kuchi olib tashlangandan so‘ng relaksatsiya jarayonlari deyarli yakunlanadi (9-rasm). Laboratoriya sharoitida naqsh chuqurligi 0,1 MPa bosimda TIK-1 qalinlik o‘lchagich yordamida o‘lchanadi.



1- Kuzgalmas plita, 2 – shtamp, 3 – matbaa zari, 4 – bosiluvchi material

### 9-rasm. Issiq shtamplash usuli

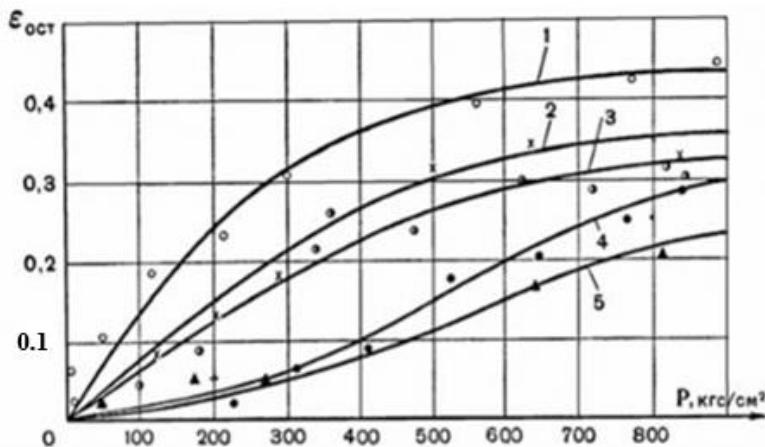
9-rasmdan ko‘rinib turibdiki, qalinligi  $\delta = \delta_0 - \delta_1$  bo‘lgan materialni siqish paytida absolyut deformatsiya  $\Delta\delta$  qiymatiga asoslanib, nisbiy qoldiq deformatsiya  $\varepsilon_{ost}$  quyidagi formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$\varepsilon_{ost} = \frac{\Delta\delta}{\delta} \quad (1)$$

Bosma sifati naqsh chuqurligiga bog‘liq bo‘lganligi sababli, nisbiy qoldiq deformatsiya  $\varepsilon_{ost}$  ham shtamplash sifati uchun javobgar ekanligini ta’kidlash o‘rinli. Shu nuqtai nazardan, 10-rasmda keltirilgan eksperimental ma'lumotlar juda ma'lumotli. 3-egri chiziq  $\rho = 0,69 \text{ g/sm}^3$  karton zichligi uchun qoldiq deformatsiya  $\varepsilon_{ost}$  ning bosim  $p$  ( $\text{kgc/sm}^2$ ) ga bog‘liqligini tasvirlaydi. Bu zichlik qiymati ushbu tadqiqotda ko‘rib chiqilgan qog‘oz zichligi bilan taqqoslanadi:

$$1) \rho = \frac{270 \text{ g/m}^2}{\delta} = \frac{270}{0,4 \cdot 10^{-1} \cdot 100^2} = 0,675 \text{ g/cm}^3$$

$$2) \rho = \frac{290 \text{ g/m}^2}{\delta} = \frac{290}{0,4 \cdot 10^{-1} \cdot 100^2} = 0,725 \text{ g/cm}^3$$



1 – 0,55; 2 – 0,66; 3 – 0,69; 4 – 0,77; 5 – 0,79

### 10-Rasm. Kartonning nisbiy qoldiq deformatsiyasining uskunaning doimiy harorat va ish tezligidagi yukga va karton zichligiga ( $\text{g/sm}^3$ ) bog'liqligi

10-rasmdagi eksperimental ma'lumotlarga eng yaqini ( $\rho=0,69 \text{ g/sm}^3$ ) qog'oz zichligi  $\rho=0,675 \text{ g/sm}^3$  dir. 3-egri chiziqdan foydalanib, biz uni ko'rinishdagi parabola bilan taxmin qilamiz.

$$\overline{x(z)} = a + bz + cz^2 \quad (2)$$

bu o'zgaruvchan tezlikdagi yemirilish jarayoniga xosdir.

$a$ ,  $b$  va  $c$  parametrlari eng kichik kvadratlar usuli yordamida olingan tenglamalardan aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} an + b \sum z_i + c \sum z_i^2 &= \sum x_i \\ a \sum z_i + b \sum z_i^2 + c \sum z_i^3 &= \sum x_i z_i \\ a \sum z_i^2 + b \sum z_i^3 + c \sum z_i^4 &= \sum x_i z_i^2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$n$  – takrorlanish soni,

$\sum$  o'zgaruvchan  $i = 1$  dan to  $n$  gacha.

Muayyan holatda, shaklning parabola bilan yaqinlashishi mumkin

$$\overline{x(z)} = cz^2 \quad (4)$$

Boshlang'ich nuqtadan yoki paraboladan o'tuvchi

$$\overline{x(z)} = a + cz^2 \quad (5)$$

9-rasmdagi ma'lumotlarga muvofiq (3-egri chiziq), biz quyidagi munosabatlarni yozamiz:

$$\begin{array}{ll} 1) \varepsilon_{\text{oct}} = 0,08 = z_1 & 2) \varepsilon_{\text{oct}} = 0,22 = z_2 \\ \rho = 10 \text{ MPa} = x_1 & \rho = 30 \text{ MPa} = x_2 \end{array} \quad (6)$$

Qoldiq deformatsiyalarning rivojlanishi uchun tenglama tuziladi. Bu holda parabolik yaqinlashuv uchun biz (3) tizimning  $\beta=0$  bo'lgan dastlabki ikkita tenglamasidan foydalanamiz, ya'ni uni (5) ko'rinishdagi parabola bilan yaqinlashtiramiz:  $x = a + cz^2$

Keyin quyidagi ifodalarni olamiz.

$$2a + c \sum_{i=2}^2 z_i^2 = \sum_{i=1}^2 x_i$$

$$2 \sum_{i=1}^2 z_i + c \sum_{i=2}^2 z_i^3 = \sum_{i=1}^2 x_i z_i \quad (7)$$

$x_i z_i$  (6) qiymatlarini shartdan (7) tenglamalar tizimiga qo‘yib, koeffitsiyentlarni aniqlaymiz:

$$a=6,95; \quad c=476,2$$

Shunday qilib, parabolaning kerakli tenglamalari (9-rasmdagi 3-egri chiziq) quyidagi shaklga ega:

$$x = 476,2 \cdot z^2 + 6.95$$

yoki qabul qilingan yozuvlarga qaytish:

$$p = 476.2 \cdot \varepsilon_{\text{oct}}^2 + 6.95 \quad (8)$$

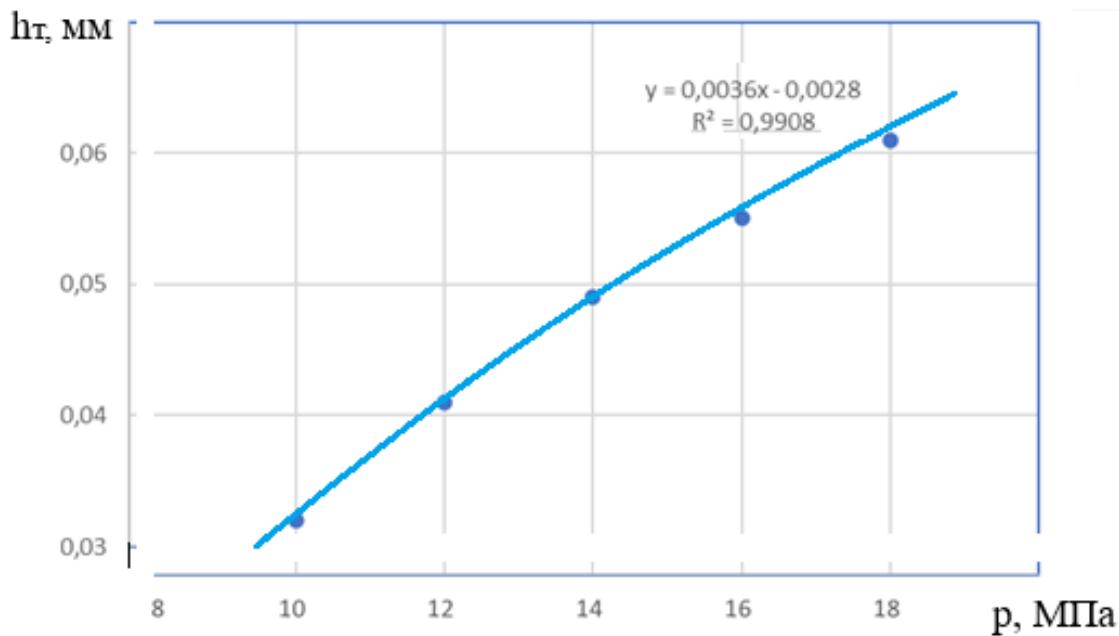
$\varepsilon_{\text{oct}}$  ni bosim  $p$  orqali ifodalab:

$$\varepsilon_{\text{oct}} = \sqrt{\frac{p-6.95}{476.2}} \quad (9)$$

Agar qog‘oz (karton)ni shtamplash jarayonida bosim paytida qoldiq deformatsiya  $\varepsilon_{\text{oct}}$  ni naqsh chuqurligi  $h_T$  ning material qalinligiga nisbati  $\delta$  ga teng deb tasavvur qilsak, ya‘ni  $\varepsilon_{\text{oct}} = \frac{h_T}{\delta}$  bo‘lsa, (9) ni hisobga olsak, quyidagilarni olamiz:

$$h_T = \delta \sqrt{\frac{p-6.95}{476.2}}, \text{ MM} \quad (10)$$

Zichligi  $\rho=0.675 \text{ g/sm}^3$  ( $270 \text{ g/m}^2$ ) bo‘lgan qog‘oz uchun  $10...18 \text{ MPa}$  oralig‘ida o‘zgarib turadigan, naqsh chuqurligi  $h_T$  ning  $\rho$  bosimiga grafik bog‘liqligi 11-rasmda ko‘rsatilgan.



**11-Rasm. Zichligi  $\rho=0.675 \text{ g/sm}^3$  bo‘lgan qog‘oz uchun naqsh chuqurligining bosimiga bog‘liqligi**

11-rasmda ko‘rsatilganidek, bosim kuchini sozlash naqsh chuqurligini boshqarish imkonini beradi, bu esa tasvirni vizualizatsiya qilish orqali bosmaning ko‘rinishiga ta’sir qiladi va shu bilan bosma sifatini aniqlaydi.

Shuning uchun, naqsh chuqurligining matbaa zari qalinligiga optimal nisbatini ta'minlash yuqori sifatli, estetik jihatdan yuqori va texnologik jihatdan barqaror issiq shtamplash natijalariga erishish mumkin.

Matematik statistikadan foydalanib, bo'rttirma sifatiga ta'sir qiluvchi eng muhim omillar aniqlandi. Shuning uchun taddiqot obyekti va optimallashtirish parametri matbaa zarini to'liq qoplanganligi bo'lib, sinov obyektidagi tasvir joylarida matbaa zari yo'qligini tavsiflaydi. Quyidagi ta'sir etuvchi parametrlar aniqlandi: shtamp harorati ( $^{\circ}\text{C}$ ) va bosim kuchi (MPa) (1-jadval).

### 1-Jadval

#### Asosiy faktorlar va variatsiyalash darajalari

Faktorlarning nomi va belgilanishi	Variatsiyalash darajalari			Variatsiyalash intervallari $\Delta$
	(-) $x_{\min}$	(+) $x_{\max}$	(0) $x_0$	
Shtamp harorati - $x_1$ , $^{\circ}\text{C}$ , T	100	120	110	10
Bosim kuchi - $x_2$ , MPa, D	11	13	12	1

Ta'sir etuvchi parametrlar va ularning variatsiyalash darajalari tanlab olingandan so'ng (1-jadval) to'liq faktorial tajriba usuli (TFT 22) asosidagi ishchi matritsadan foydalanildi. Reja matritsasi bo'yicha uch marta to'rtta tajriba o'tkazildi.

Regressiya koeffitsiyenti qiymatlarini ishonch oralig'i bilan taqqoslab, barcha parametrlar muhim bo'lib qoladi degan xulosaga keldik:  $x_1$  (shtamp harorati,  $^{\circ}\text{C}$ ) va  $x_2$  (bosim kuchi, MPa). 270 g /m<sup>2</sup> karton uchun ikkita parametr  $x_1x_2$  ning birgalikdagi ta'siri sezilarli. Shunday qilib, matematik modellarga mos keladigan regressiya tenglamalari quyidagicha:

270 g/m<sup>2</sup> «Dobrush» karton uchun:

$$y=89,75+1,85 x_1+1,70 x_2+1,50 x_1x_2 \quad (1)$$

290 g/m<sup>2</sup> «Dobrush» karton uchun:

$$y=90,125+2,175 x_1+1,775 x_2+0,325 x_1x_2 \quad (2)$$

270 g/m<sup>2</sup> «Zenith» karton uchun:

$$y=88,525+0,975 x_1+1,125 x_2-0,225 x_1x_2 \quad (3)$$

Olingan regressiya tenglamalari shuni ko'rsatadiki, turli zichlikdagi kartonlar uchun omillar optimallashtirish parametriga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Xususan, birinchi va ikkinchi parametrlarning qiymatlarini oshirish optimallashtirish parametrini oshiradi, bu to'g'ridan-to'g'ri proprotsional munosabatni ko'rsatadi.

Kodlangan  $x_1$  va  $x_2$  parametr qiymatlaridan ularning natural qiymatlariga o'tish matbaa zari to'liq qoplanganligining berilgan omillarga bog'liqligini keltirib chiqaradi. Ushbu o'zgarishlardan so'ng regressiya tenglamalari:

270 g/m<sup>2</sup> «Dobrush» karton uchun:

$$y=88,45 + 0,04 T + 0,55 D - 0,0225 TD \quad (4)$$

Tenglama (4) dan ko'rinish turibdiki, haroratning har  $1^{\circ}\text{C}$  oshishi uchun doimiy bosimni hisobga olgan holda matbaa zari to'liq qoplanganishini 0,04% ga oshiradi. Bosimning har 1 MPa oshishi uchun doimiy haroratni hisobga olsak, matbaa zari to'liq qoplanganishini 0,55% ga oshiradi.

290 g/m<sup>2</sup> «Dobrush» karton uchun:

$$y=86,40 + 0,207 T - 1.6694 D - 0,0106 TD \quad (5)$$

Tenglama (5)dan ko‘rinib turibdiki, matbaa zari to‘liq qoplanganishi harorat oshishi bilan ortadi va bosim oshishi bilan sezilarli darajada kamayadi. Bu o‘zaro ta’sir salbiy, ya’ni bosim va haroratning bir vaqtning o‘zida oshishi bilan ta’sir sifatiga salbiy ta’siri bo‘ladi.

270 g/m<sup>2</sup> «Zenith» karton uchun:

$$y=86,32 + 0,10806 T + 1,1356 D - 0,0106 TD \quad (6)$$

Shtamp harorati va bosimining oshishi bilan matbaa zari to‘liq qoplanganishi ortadi (6).

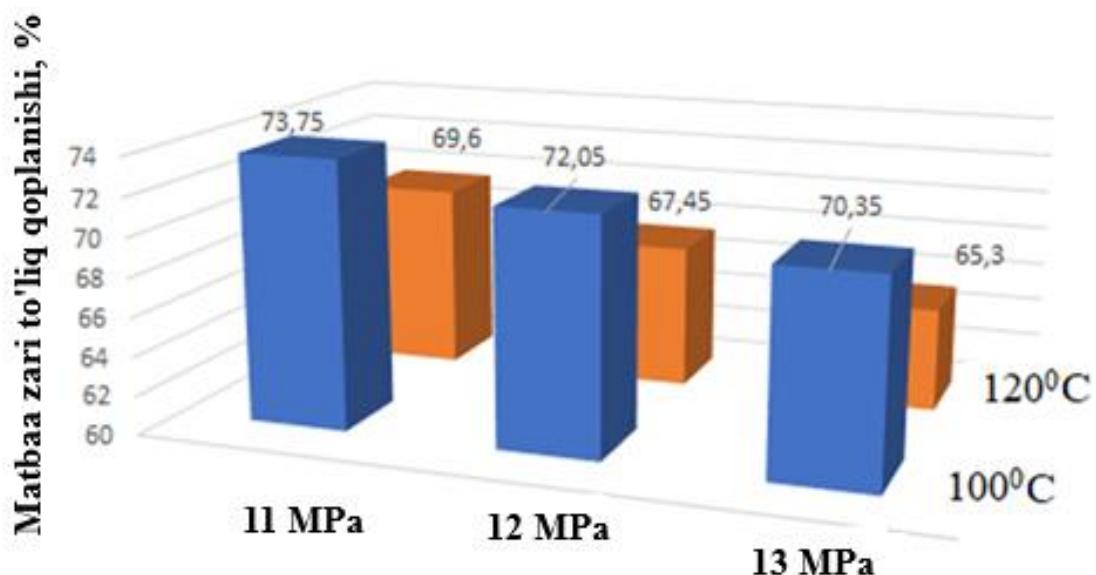
Hisoblangan matbaa zari to‘liq qoplanganishini ma’lumotlari (2-jadval) uchun regressiya tenglamalarini (6) tahlil qilish ratsional shtamplash parametrlarini aniqlashga yordam berdi. Matbaa zari to‘liq qoplanishini 76,82% 120° C haroratda va bosim kuchi 11 MPa; 69,09% esa harorat 100° C va bosim kuch 13 MPa bo‘lganda erishiladi.

## 2-Jadval

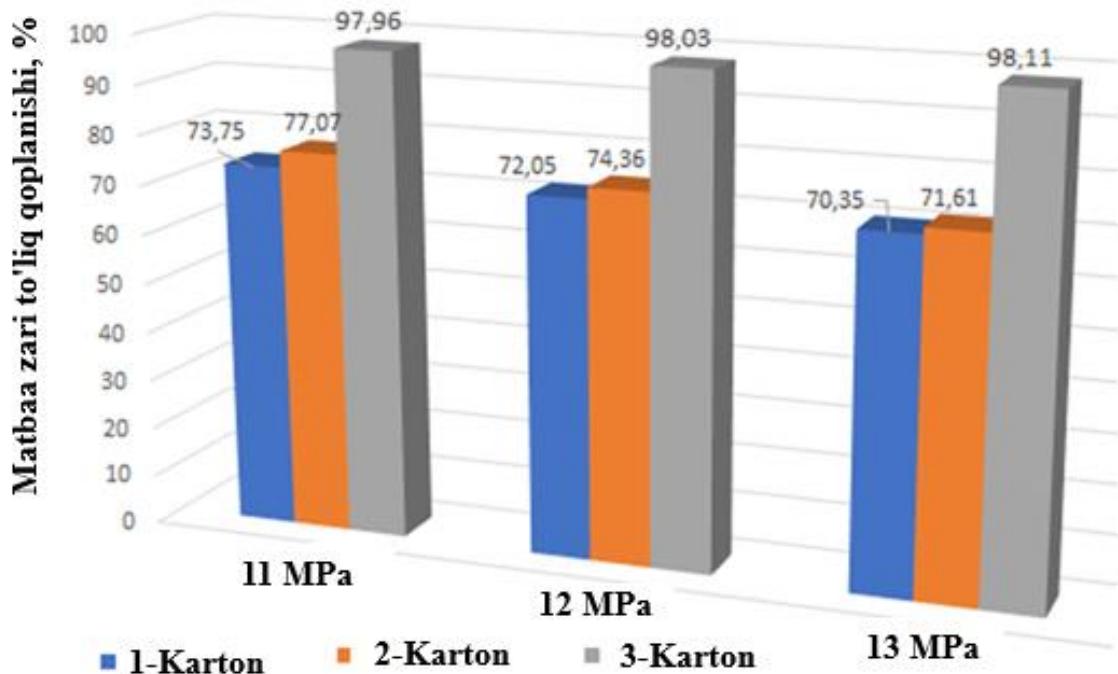
### Shtamp harorati va bosimiga qarab matbaa zari to‘liq qoplanganishini o‘zgarishi

Nº	Shtamp harorati, °C	Bosim kuchi, MPa	Karton 270 g/m <sup>2</sup> (Dobrush)	Karton 290 g/m <sup>2</sup> (Dobrush)	Karton 270 g/m <sup>2</sup> (Zenith)
1	100	11	92,8	77,07	72.68
2		12	91,58	74,34	70.88
3		13	90,35	71,61	69.09
4	120	11	93,3	78,88	76.82
5		12	92,07	75,94	75.02
6		13	90,84	72,99	73.23
7	100	11	92,8	77,07	72.68
8	110		93,05	77,97	74.75
9	120		90,84	78,88	76.82
10	100	13	90,35	71,61	69.09
11	110		90,6	72,30	71.16
12	120		90,84	72,99	73.23

Shtamp harorati (T) va bosim kuchining (D) matbaa zari to‘liq qoplanishiga ta’sirini baholash uchun olingan matematik model yordamida bog‘liqlik diagrammalari tuzildi (12-13-rasm). Ushbu diagrammalar harorat va bosimning o‘zgarishi qoplananing bir xilligiga va hosil bo‘lgan mahsulot sifatiga qanday ta’sir qilishini aniq tushunish imkonini beradi.



**12-Rasm. Shtamp harorati ( $^{\circ}\text{C}$ ) va bosimga (MPa) qarab matbaa zari to'liq qoplanishining o'zgarishi diagrammasi (%)**



**13-Rasm. Bosimga qarab  $100^{\circ}\text{C}$  shtamp haroratida turli zichlikdagi kartonlarda matbaa zari to'liq qoplanishining o'zgarishi diagrammasi**

Regressiya tenglama tahlili shuni ko'rsatdiki, folga shtamplashning ratsional parametrlari harorat  $120^{\circ}\text{C}$  va bosim 11 MPa da folgani qoplanishi 93.3 dan 76,82% gacha ta'minlanadi. Ushbu qiymatlardan chetga chiqish qoplanish sifatini pasaytiradi. Matematik eksperimental loyihalash natijalarini qo'llash jarayonni optimallashtirish va nashr sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Issiq shtamplash parametrlari (harorat  $120^{\circ}\text{C}$  va bosim 13 MPa) bo'lgan korxonaning bir million mahsulot ishlab chiqarishdan kutilayotgan iqtisodiy foydasi 132 million so'mni tashkil etadi.

## XULOSA

"Turli zichlikdagi qog'ozlarda shtamplash parametrlarini asoslash hisobiga qadoqlash mahsulotlarining sifatini oshirish" mavzusida o'tkazilgan tadqiqot natijalariga ko'ra quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Qadoqlash mahsulotlariga bo'lgan talabning o'sishi folga bilan shtamplash sifatiga qo'yiladigan talablarni kuchaytiradi. Jarayonning optimal parametrlarini aniqlash nuqsonlarsiz holda aniq relyefni olish va ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi uchun zarur hisoblanadi.

2. Tadqiqotlar natijasida  $120^{\circ}\text{C}$  shtamp harorati eng yuqori aniqlikka (5,5-5,9 ball) erishadi. Pastroq haroratlar tasvir sifatining yomonlashishiga olib keladi, ushbu ko'rsatkich haroratga kritik bog'liqligini tasdiqlaydi.

3. Qoplanuvchanlikning tahlili  $120^{\circ}\text{C}$  harorat va  $13\text{ MPa}$  bosimda plashkalarni chop etishning maksimal sifatiga erishilishini ko'rsatdi. Miqdoriy baholash mazkur parametrlarda nuqsonli maydonlar sonining eng kam bo'lishini ko'rsatdi.  $100^{\circ}\text{C}$  haroratda minimal qoplanuvchanlik kuzatildi, bu harorat rejimining folgani ko'chirish to'liqligiga sezilarli ta'siri mavjudligidan dalolat beradi.

4. Imkonli qobiliyatni baholash shuni ko'rsatdiki, shtamp harorati mayda detallarni, shu jumladan, pozitiv va negaiv matnlarni ifodalash sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Zichligi  $270\text{-}290\text{ g/m}^2$  bo'lgan karton uchun TYMK-750 pressida ratsional parametrlari – shtamp harorati  $120^{\circ}\text{C}$  va  $13\pm1\text{ MPa}$  bosimda maksimal folga qoplamasining bir tekisligini va elementlarning yuqori aniqligiga erishadi.

5. "Clever Pack" MChJda  $270\text{-}290\text{ g/m}^2$  zichlikdagi kartonda yuqori sifatlari bo'rttirma qilish uchun quyidagi parametrlar maqbuldir: shtamp harorati  $100\text{-}120^{\circ}\text{C}$  va bosim  $10\pm1\text{ MPa}$ . "Papirus ART" MChJda  $270\text{-}290\text{ g / m}^2$  zichlikdagi kartonda sifatlari bo'rttirma qilish uchun optimal parametrlar  $18\text{ MPa}$  bosim va  $120^{\circ}\text{C}$  shtamp harorati, shuningdek,  $17\text{ MPa}$  bosimda  $125^{\circ}\text{C}$ ,  $130^{\circ}\text{C}$  va  $140^{\circ}\text{C}$  haroratni o'z ichiga oladi.

6. Mikroskopik tadqiqotlar natijasida ratsional parametrlarni aniqlash imkonini berdi. "Micros" MChJda TYMK-750 pressida - bosim  $11\text{-}13\text{ MPa}$  va  $120^{\circ}\text{C}$  harorat;  $14\text{ MPa}$  dan yuqori bosim sifatni pasaytiradi. "Clever Pack" MChJda -  $10\text{ MPa}$  va  $100\text{-}120^{\circ}\text{C}$  ni tashkil qiladi. "Papirus ART" MChJda  $16\text{-}18\text{ MPa}$  bosim va  $120\text{-}140^{\circ}\text{C}$  haroratda mayda detallarni to'liq ifodalash imkonini berdi.

7. Tadqiqot shtamp harorati, bosim kuchi va nashrlarning sifat ko'rsatkichlari o'rtaqidagi bog'liqlikni aniqladi, bu esa har xil turdag'i uskunalar va materiallar uchun ratsional rejimlarini aniqlash imkonini berdi.

8. Regressiya modeli tahlili shuni ko'rsatdiki, ratsional parametrlari -  $11\text{ MPa}$  bosim va  $120^{\circ}\text{C}$  haroratda folgani qoplanishi 93,3 dan 76,82% gacha

ta'minlanadi. Matematik eksperimental loyihalash natijalarini qo'llash jarayonni optimallashtirish va nashrlarning sifatini yaxshilash imkonini beradi.

9. Matbaa zari bilan pardozlash jarayon texnologik parametrlarini asoslash, ya'ni  $120^{\circ}$  C harorat va 13 MPa bosim, jarayonini optimallashtirishga va boshqa rejimlarga nisbatan yuqori liniatura va to'liq qoplanishi va bir million mahsulot ishlab chiqarishdan kutilayotgan iqtisodiy foydasi 132 million so'mni tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.08.01. ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ  
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ХАСАНОВА МУХЛИСА ЭРГАШ КИЗИ**

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УПАКОВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ  
ПУТЕМ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТИСНЕНИЯ  
НА БУМАГАХ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ**

**05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и  
робототехнические системы**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за В2025.4.PhD/T5095.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» ([www.zyonet.uz](http://www.zyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Бабаханова Халима Абишевна**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Баходиров Гайрат Атаханович**  
доктор технических наук, профессор

**Зилберглайт Марк Аронович**  
доктор химических наук, доцент  
(Республика Беларусь)

**Ведущая организация:**

**Бухарский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится 15 января 2026 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.08.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (100100, г. Ташкент, ул. Шохжаон-5 в административном здании Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2-этаж аудитории 222, тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована № 260). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжаон-5 (тел. (+99871) 253-06-06, 253-08-08).

Автореферат диссертации разослан 20 декабря 2025 года.  
(регистр протокола рассылки № 260 от 20 декабря 2025 года).



**Х.Х. Камилова**

Председатель Научного совета  
по присуждению ученых степеней, д.т.н.

**А.З. Маматов**

Ученый секретарь Научного совета  
по присуждению ученых степеней, д.т.н.

**Ш.Ш. Хакимов**

Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученых степеней, д.т.н.

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире упаковочная продукция является одним из основных видов продукции полиграфической промышленности, при производстве качественной упаковочной продукции применение энерго- и ресурсосберегающих технологий и технических средств занимает одно из ведущих мест. В мире индустрия упаковки является важным звеном экономики, демонстрируя ежегодный рост оборота на уровне 3 – 7 %. Ключевыми факторами развития рынка являются переход к экологичным материалам — в частности, бумаге и картону, пригодным для вторичной переработки, а также их высокая совместимость с современными технологиями печати. Для оформления экологической упаковки продукции ведущих мировых брендов, таких как Apple, Chanel, Tiffany & Co., Louis Vuitton, Dior, Rolex и других, широко применяется фольгирование — технология тиснения с использованием давления и температуры, позволяющая создавать рельефные элементы и текстурные эффекты, что придаёт упаковке индивидуальность, премиальный внешний вид и повышает её визуальную привлекательность.

В мире проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на создание презентабельного объёмного изображения печатной продукции с использованием выборочного металлизированного покрытия — высокоэффективного и экологически безопасного метода отделки. Технология холодного тиснения отличается высокой скоростью и экономичностью, однако имеются высокие требования к поверхности запечатываемого материала, что ограничивает выбор материалов. В связи с этим, для обеспечения стабильного качества упаковочной продукции на различных видах бумаги, с учётом широты ассортимента фольги и разнообразия штамповочного оборудования, особое внимание уделяется научным исследованиям, направленным на совершенствование технологии горячего тиснения и оптимизацию технологических параметров.

В республике осуществляются комплексные меры по улучшению качества воспроизведения элитной упаковочной продукции при использовании различных методов печати и отделки, увеличению производства конкурентоспособной и ориентированной на экспорт печатной продукции. Стратегией развития нового Узбекистана на 2022 – 2026 годы определены важные задачи по «Продолжению реализации промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики, увеличению доли промышленности в валовом внутреннем продукте и рост объема производства промышленной продукции в 1,4 раза»<sup>1</sup>. При выполнении этой задачи достигнуты заметные результаты, среди них важным является разработка программы локализации производства импортируемого сырья (бумаги, картона, краски и проклеивающих веществ) для обеспечения

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 «О стратегиях развития нового Узбекистана, рассчитанной на 2022 – 2026 годы» от 28 января 2022 года

внутреннего рынка местным сырьем для снижения себестоимости полиграфической продукции.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Постановлениями Президента Республики Узбекистан от 13 сентября 2017 года №ПП-3271 «О программе комплексных мер по развитию системы издания и распространения книжной продукции, повышению культуры чтения», от 16 марта 2020 года №ПП-4660 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию издательской и полиграфической сферы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в Республике Узбекистан.** Данное исследование выполнено соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии Республики по направлению: II. «Энергетика, энергия, ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** Значительный вклад в мировую науку о способах печати и видах отделки для упаковочной продукции, о механизме и кинетике процесса взаимодействия фольги с поверхностью запечатываемых материалах внесли такие учёные, как Vieira M.G., Deshmukh S., Goswami A., Shan X.C., В.И.Бобров, Д.В.Воробьев, Л.Ю. Сенаторов, Т.Ю.Киричок, Л.О.Горшкова, Т.А.Долгова и др. Влияние технологических параметров тиснения, свойств и состава фольги на качество воспроизведения исследованы в работах С.Н.Козлова, О.Б.Купцова, Г.В.Урядова, М.М.Плоткина, Е.А.Чиркова, С.Г.Ильясова, Н.Л.Талимоновой, П.О.Чайковского и др.

В республике исследования по производству полиграфических материалов из вторичного сырья, обоснованию технологических параметров по повышению качества печатной продукции, по выявлению взаимосвязи между параметрами технологического процесса и свойствами материалов изучены в научных работах Х.А.Алимовой, О.Рахимова, А.К.Буланова, Х.А.Бабахановой, И.А.Набиевой, У.Ж.Ешбаевой, И.А.Буланова, А.А.Джалилова, З.К.Галимовой, О.Д.Хакназаровой, И.И.Исмаилова, Д.Р.Сафаевой, М.М.Абдуназарова и др.

Надо отметить, что многочисленные исследования и полученные положительные результаты научных исследований по повышению качества упаковочной продукции при использовании горячего способа тиснения для придания уникальности, элегантности и защиты от фальсификации, по влиянию параметров тиснения: температуры штампа и усилия давления на качество воспроизведения, по выявлению особенностей процесса взаимодействия фольги и запечатываемого материала при горячем тиснении с целью получения качественных оттисков недостаточны исследованы.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа связана с тематическими планами научно-исследовательских работ, выполненных в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности и выполнена в соответствии с прикладным проектом ВА-ОТ-А3-05 «Совершенствование технологии

получения бумаги из вторичных волокнистых материалов для целлюлозно-бумажной и полиграфической промышленностей Республики Узбекистан».

**Целью исследования** является исследование технологии горячего тиснения и обоснование параметров тиснения для обеспечения качества упаковочной продукции на бумагах различной плотности.

**Задачи исследования:**

аналитический обзор исследований технологического процесса горячего тиснения, процесса взаимодействия фольги и запечатываемого материала при печати упаковочной продукции;

изучение физико-механических, поверхностных свойств бумаг различной плотности и исследование влияние давления и температуры штампа при горячем тиснении на линиатуру и укрывистость изображения;

разработка методики оценки качества тиснения с использованием объективных критериев, таких как полнота укрывистости, ровность контуров и отсутствие дефектов (разрывов, трещин);

определение экономической эффективности при оптимизации технологического процесса горячего тиснения на полиграфических предприятиях.

**Объектом исследования** являются параметры тигельного пресса, бумаги различной плотности, многокрасочные оттиски, полученные способом горячего тиснения.

**Предметом исследования** являются процесс взаимодействия фольги с поверхностью запечатываемого материала, кинетика взаимосвязи между параметрами тиснения и полнотой укрывистости.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы стандартные и современные методы оценки качественных характеристик оттисков – оптической микроскопии, спектроденситометрический, для обработки результатов эксперимента методы математического моделирования.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

для обеспечения линиатуры и полной укрывистости изображения на упаковочной продукции по полученным уравнениям на основе анализа определены рациональные параметры тиснения;

разработана методика оценки качества тиснения на бумагах различной плотности с учетом влияния температуры и давления штампа на равномерность нанесения фольги и четкость контура;

микроскопическими и спектроденситометрическими методами определены режимы давления и температуры штампований, обеспечивающие высокую линиатуру и полноту укрывистости оттисков в зависимости от свойств запечатываемой бумаги;

установлена закономерность взаимосвязи между поверхностными свойствами бумаги, технологическими параметрами тиснения и полнотой укрывистости фольги на оттисках путем построения уравнений регрессии.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

определены рациональные значения давления и температуры штампа, которые обеспечат линиатуру и полную укрывистость изображения на упаковочной продукции;

были получены уравнения регрессии для технологического обеспечения качества упаковочной продукции горячим тиснением на бумагах различной плотности;

использование бумаги с заданными свойствами позволило оптимизировать технологический процесс горячего тиснения фольгой, что, в свою очередь, привело к сокращению материальных и энергетических затрат при печати упаковочной продукции.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов исследования подтверждается согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами апробации и внедрения, а также сравнением результатов, их адекватностью по известным критериям оценки.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов обусловлена получением уравнения для расчета давления и температуры штампа, необходимых для обеспечения высокой точности линиатуры и полной укрывистости фольги на упаковочной продукции; выявлена зависимость между режимными параметрами тигельного пресса, а именно температурой штампа и давлением, и качеством оттисков, оцениваемых микроскопическим и информационными методами.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена тем, что использование рациональных параметров тигельного пресса в сочетании со свойствами запечатываемых материалов обеспечивают линиатуру и полную укрывистость изображения, что способствует уменьшению технологических отходов, удешевлению продукции, повышению эффективности производства.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов научных исследований, направленных на определение параметров режима работы тигельного пресса и выявление особенностей взаимодействия фольги с поверхностью запечатываемого материала:

внедрены режимные параметры тиснения на предприятиях ООО «Micros», «ENGRAVER TECHNOLOGY», «Clever Pack» и «PAPYRUS ART» (сведения Издательско-полиграфической акционерной компании “Sharq” № 2/20-136 от 27 октября 2025 г.). В результате установлено, что при режиме тиснения с температурой штампа 120 °С и давлением 13 МПа достигается высокая точность линиатуры, полная степень покрытия, а также, по сравнению с другими режимами, обеспечивается снижение себестоимости более чем на 15 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждены на 7 научно-технических конференциях, в том числе на 4 международных.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 15 научных трудов, из них 6 научных статей, рекомендованных

Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации, 2 статьи в журналах, входящих в международную базу Скопус.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации содержит 100 страницы текста.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность темы диссертации, формируются цель и задачи, а также объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрений в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Обзор и анализ исследований в области использования различных методов отделки для упаковочной продукции**» приводится обзор научных исследований и анализ литературных источников, связанных с темой диссертации. Изучены и обобщен опыт работы ученых в области послепечатного процесса по использованию различных видов и способов отделки для элитной упаковочной продукции в целях защиты от фальсификации. Выявлено, что обеспечение высокого качества воспроизведения упаковочной продукции обеспечивается при правильном выборе и использовании метода отделки в зависимости от вида печатной продукции, технологических параметров тигельного пресса и свойств запечатываемого материала. Исследования особенностей процесса взаимодействия металлизированной фольги и запечатываемого материала с целью повышения качества воспроизведения упаковочной продукции недостаточно изучены.

Вторая глава диссертации «**Оценка качества горячего тиснения полиграфической фольгой**» посвящена разработке и выбору оптимальных режимов тиснения металлизированной фольгой на различных видах картона и изучению влияния параметров процесса, а именно температуры и давления на качество тиснения (рис.1).

Для проведения исследования изготовлен штамп-клише из магния (5 мм) размером 70x120 мм. Штамп-клише готовилось на предприятие ООО «ENGRAVER TECHNOLOGY» на многофункциональном фрезерном станке CNC Mikoni 430P/540P.

На разработанном шестипольном тест-объекте имеется плашка, объекты со сложными конфигурациями, негативный и позитивный тексты, сверстанные с помощью программы Corel Draw 17 версия. Толщина линий тест-объекта для определения четкости оттиска фольгой: 1 - 1,5 мм; 2 - 1,0 мм; 3 - 0,5 мм;

4 - 0,4 мм; 5 - 0,3 мм; 6 - 0,2 мм. Размер печатного изображения 65x114 мм. Комплексный анализ элементов на разработанном тест-объекте позволит всесторонне и объективно оценить качество тиснения по укрывистости и резкости тиснения (рис.2).



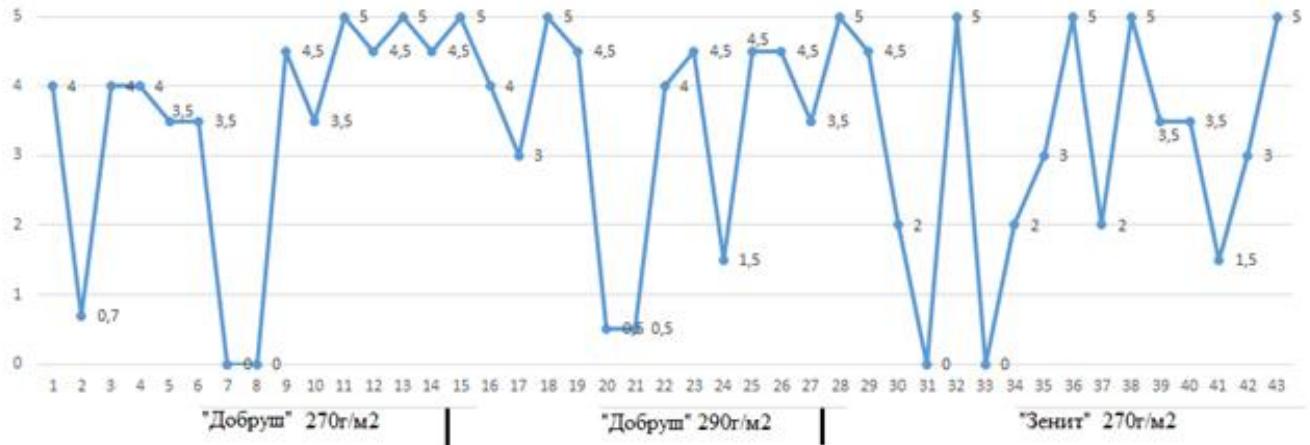
**Рис.1. Схема метода оценки качества тиснения**



**Рис. 2. Тест-объект для оценки качества тиснения фольгой**

Линиатуру изображения оценивали по шестибалльной шкале на основе числа чётко воспроизведённых групп линий шестипольного тест-объекта, отпечатанного в условиях полиграфического предприятия ООО «Micros» на полуавтоматическом тигельном прессе марки TYMK-750. При температуре 120 °C оттиски с оценкой 5,5–5,9 баллов демонстрировали высокую чёткость без дефектов. При  $115 \pm 1$  °C оценка снижалась до 4,2–5,1 баллов, при  $112 \pm 1$  °C – до 3,0–3,9. Наихудшее качество зафиксировано при  $100 \pm 1$  °C.

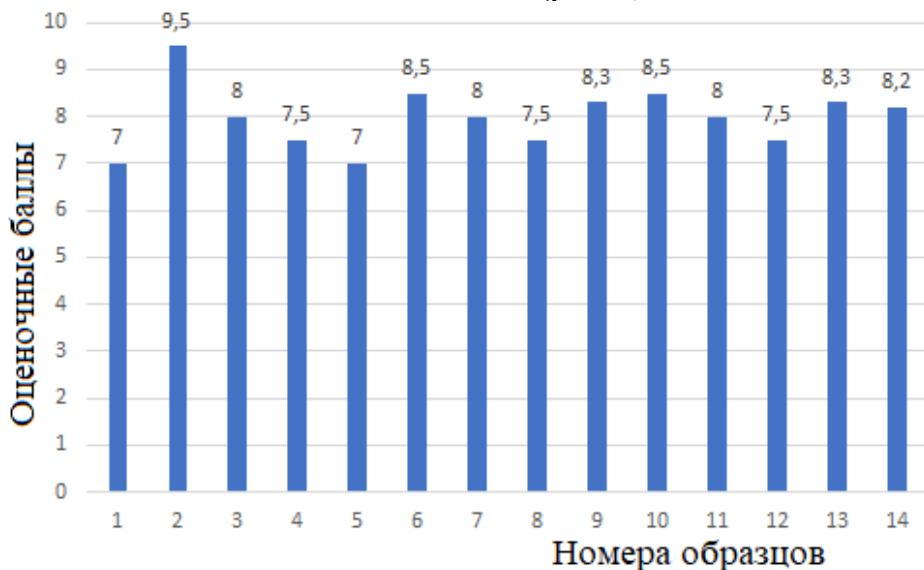
Укрывистость изображения оценивали визуально по пятибалльной шкале на тех же оттисках, что и для анализа линиатуры, — по степени запечатывания плашки на тест-объекте (рис.3).



**Рис.3. Изменение укрывистости при тиснении фольгой на картоне различной плотности по пятибалльной системе**

Количественно полноту укрывистости рассчитывали как отношение количества пикселей с отсутствием фольги к общему числу пикселей полностью покрытого изображения (1 032 382 пикселя), умноженное на 100. Согласно полученным данным, наилучшие результаты продемонстрировали образцы, отпечатанные при температуре 120 °С и усилии прижима 13 МПа. Минимальная укрывистость зафиксирована у образцов, отпечатанных при 100 °С.

Разрешающую способность тиснения оценивали визуально по качеству воспроизведения мелких деталей и сложных элементов, включая позитивный и негативный текст, по пятибалльной системе (рис.4).



**Рис.4. Диаграмма изменения оценочных баллов разрешающей способности**

Эксперимент показал, что температура штампа оказывает более значительное влияние на качество тиснения, чем усилие прижима. Для пресса ТУМК-750 на предприятии «Micros» при использовании мелованного картона плотностью 270 и 290 г/м<sup>2</sup> («Добруш», Беларусь) и 270 г/м<sup>2</sup> («Zenith»)

рациональными параметрами являются температура 120 °С и давление  $13 \pm 1$  МПа. Максимальная укрывистость достигается именно при этих условиях, что позволяет рассматривать их как рациональные для обеспечения высокого качества тиснения.

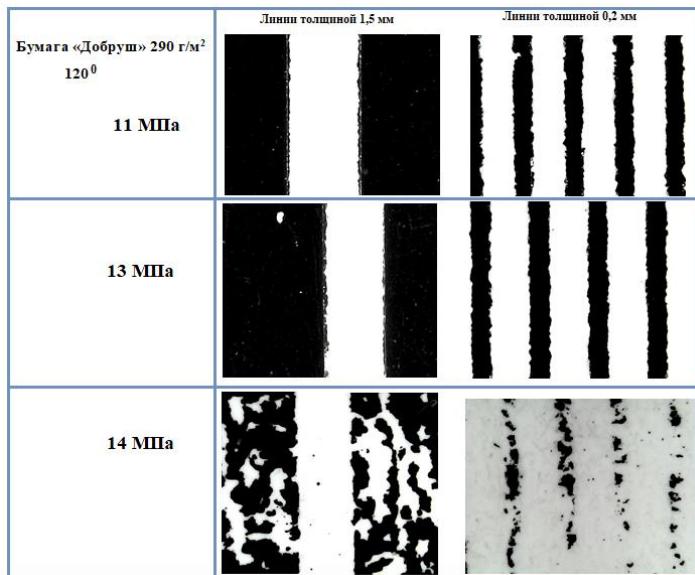
Для экспериментальной верификации (подтверждения) соответствия параметров технологического процесса тиснения промышленное испытание проводили в условиях полиграфического предприятия ООО «Clever Pack» на тигельном прессе горячего тиснения марки TYMB-750. По результатам выявлено, что для качественного тиснения на мелованном картоне плотностью 270 и 290 г/м<sup>2</sup> (Добрушская бумажная фабрика) и 270 г/м<sup>2</sup> (производства «Зенит») рациональными параметрами являются температура штампа 100–120 °С и усилие прижима  $10 \pm 1$  МПа. При этих условиях достигается высокий уровень укрывистости, что подтверждается визуальной оценкой и количественными измерениями полноты запечатывания.

Для обоснованности в правильности технологических параметров тиснения проводили промышленное испытание в условиях полиграфического предприятия ООО «PAPIRUS ART» на тигельном прессе горячего тиснения марки TYMB-7500. Выявлено, что для тиснения на мелованном картоне плотностью 270 и 290 г/м<sup>2</sup> (Добрушская бумажная фабрика, Беларусь) рациональными параметрами являются температура штампа 120 °С при давлении 18 МПа, а также температуры 125 °С, 130 °С и 140 °С при давлении 17 МПа. Исследования показали, что максимальный процент полноты укрывистости достигается именно при этих режимах.

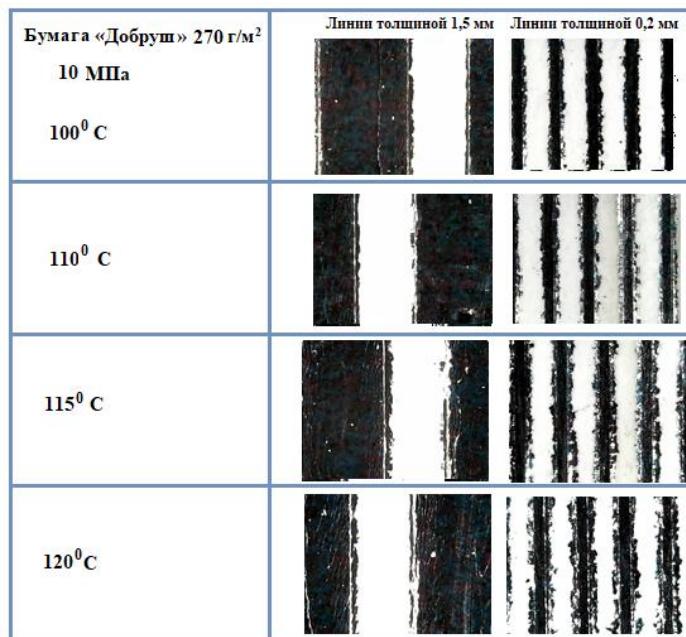
Третья глава диссертации «**Определение четкости воспроизведения линий различной толщины методом оптической микроскопии**» посвящен комплексному анализу качества тиснения по микрофотографиям оттисков (рис.5), полученных в производственных условиях предприятия ООО «Micros» при температуре 120 °С и различных усилиях прижима в диапазоне от 11, 13 и 14 МПа. Качество полученных оттисков оценивалось с помощью оптического микроскопа Motic BA210.

На мелованном картоне «Добруш» плотностью 290 г/м<sup>2</sup> линии с толщиной от 1,5 мм до 0,2 мм при усилии прижима 11 и 13 МПа характеризуются равномерной окраской и отсутствием разрывов или трещин в металлизированном слое фольги, что свидетельствует о хорошем качестве тиснения и надежном сцеплении фольги с основой (рис. 5). При усилии прижима 14 МПа линии толщиной от 1,5 до 0,2 мм продемонстрировали неровные контуры и пониженную укрывистость, что свидетельствует о нарушении технологического баланса между давлением, температурой и временем экспозиции.

Сравнительный анализ микрофотографий оттисков, полученных в производственных условиях ООО «Clever Pack», показал, что рациональными параметрами тиснения фольгой являются температура штампа в диапазоне 100–120 °С и усилие прижима 10 МПа (рис.6).



**Рис.5. Микрофотографии оттисков, отпечатанных на мелованном картоне «Добруш» плотностью 290 г/м<sup>2</sup> при температуре 120<sup>0</sup>С и различных усилиях прижима**

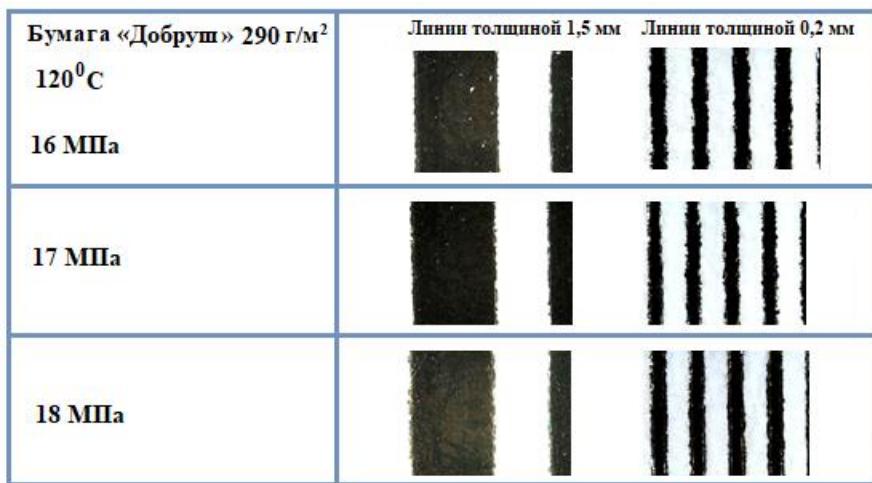


**Рис.6. Микрофотографии оттисков, отпечатанных на мелованном картоне «Добруш» плотностью 270 г/м<sup>2</sup> при усилии прижима 10 МПа и различных температурах**

Использование мелованного картона плотностью 270 и 290 г/м<sup>2</sup> не оказывает существенного влияния на качество тиснения, что свидетельствует о стабильности процесса в указанных технологических пределах.

С целью экспериментальной верификации стабильности и воспроизводимости ранее установленных рациональных параметров тиснения были проведены дополнительные испытания в производственных условиях компании «Papirus» с использованием полуавтоматического тигельного пресса

TYMK-750 (рис.7). Температура штампа варьировалась в диапазоне 120, 125, 130 и 140 °С при фиксированных значениях усилия прижима — 16, 17 и 18 МПа.



**Рис.7. Микрофотографии оттисков, отпечатанных на мелованном картоне «Добруш» плотностью 290 г/м<sup>2</sup> при температуре 120°С и при различных усилиях прижима**

Как видно из рис.6, линии толщиной 1,5 мм и тонкие элементы толщиной 0,2 мм характеризуются высокой степенью чёткости контуров и равномерностью переноса пигментного слоя. Отсутствие дефектов, таких как недостаточная укрывистость, разрывы покрытия или смещения, свидетельствует о том, что в данном температурно-силовом режиме обеспечивается стабильный и качественный перенос металлизированного слоя как на крупных, так и на мелких деталях изображения, что позволяет рассматривать указанные параметры как оптимальные для тиснения фольгой на данном типе подложки.

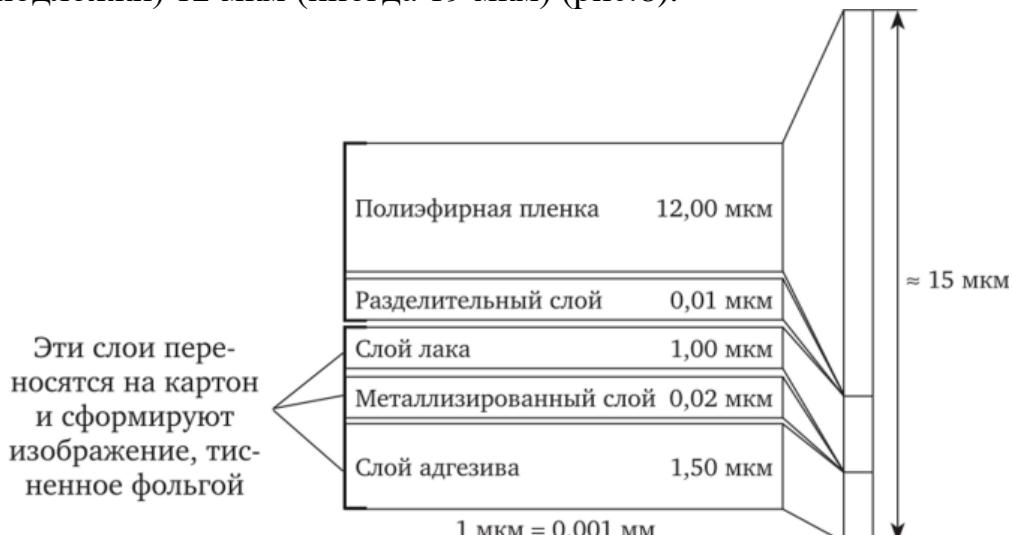
На основе микроскопических исследований выявлены рациональные режимы тиснения фольгой для разных производственных условий. Для тигельного пресса TYMK-750 на предприятии ООО «Micros» рациональны усилие прижима 11–13 МПа и температура 120 °С; повышение давления до 14 МПа снижает качество. На тигельном прессе TYMB-750 на предприятии ООО «Clever Pack» эффективны 10 МПа и 100–120 °С, при этом плотность картона (270 или 290 г/м<sup>2</sup>) существенного влияния не оказывает. В компании ООО «Papirus Art» на тигельном прессе TYMK-750 стабильное качество обеспечивается при 16–18 МПа и температуре 120–140 °С, включая мелкие элементы изображения.

Результаты позволили установить взаимосвязь между температурой штампа, усилием прижима и качественными характеристиками оттисков, а также выявить рациональные режимы тиснения для различных типов оборудования и подложек.

Четвертая глава диссертации «Особенности процесса взаимодействия фольги и запечатываемого материала при тиснении» посвящена определению взаимосвязи глубины горячего тиснения с давлением штампа и

обоснованию параметров тиснения для обеспечения соотношения «качество-цена» на основе математического моделирования.

Фольга для горячего тиснения представляет собой многослойный продукт и имеет обычно толщину 15 мкм (0,015 мм) с толщиной полиэфирной пленки (основа-подложки) 12 мкм (иногда 19 мкм) (рис.8).



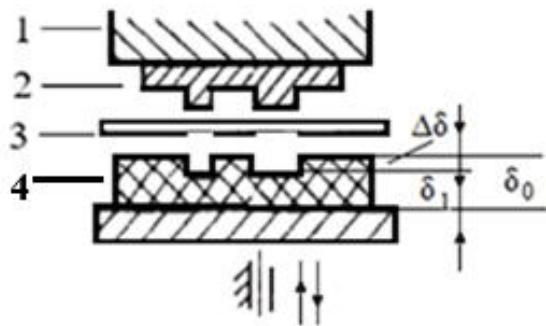
**Рис.8. Структура фольги для горячего тиснения**

Полиэфирная пленка обеспечивает стабильность и натяжение фольги, служит разделительным слоем для лёгкого отделения от основы (рис.8). Наибольшее влияние на формирование визуального эффекта оказывают лаковый и металлизированный слои, поскольку именно они определяют интенсивность блеска, чёткость контуров и однородность покрытия. При тиснении фольгой под давлением и температурой активируется адгезионный слой фольги, что обеспечивает ее прочное закрепление на поверхности подложки в областях рельефа штампа, в результате формируется рельеф поверхности.

Для обеспечения качества тиснения необходимо оптимальное сочетание глубины рельефа, толщины фольги и её многослойной структуры. Несоответствие между этими параметрами может привести к дефектам переноса, снижению адгезии и потере декоративных свойств. Комплексный учёт всех факторов при выборе типа фольги и режима тиснения является необходимым условием для получения высококачественного, технологически стабильного и эстетически совершенного результата.

Физический смысл глубины тиснения состоит в том, что она представляет абсолютную остаточную деформацию  $\Delta\delta$  материалов при сжатии. При блинтовом (плоском) тиснении является важнейшим показателем качества, а при тиснении фольгой косвенно определяет резкость и разрешающую способность оттиска.

Глубина тиснения  $h_t$  определяется как разность толщины материала до  $\delta_0$  и после тиснения  $\delta_1$ , спустя 15 мин., когда завершаются практически релаксационные процессы после снятия технологической нагрузки (рис.9). В лабораторных условиях глубина тиснения измеряется с помощью индикаторного толщиномера типа ТИК-1 при давлении 0,1 МПа.



2- Неподвижная плита, 2 – штамп, 3 – фольга, 4 – запечатываемый материал

### Рис.9. Способ тиснения фольгой

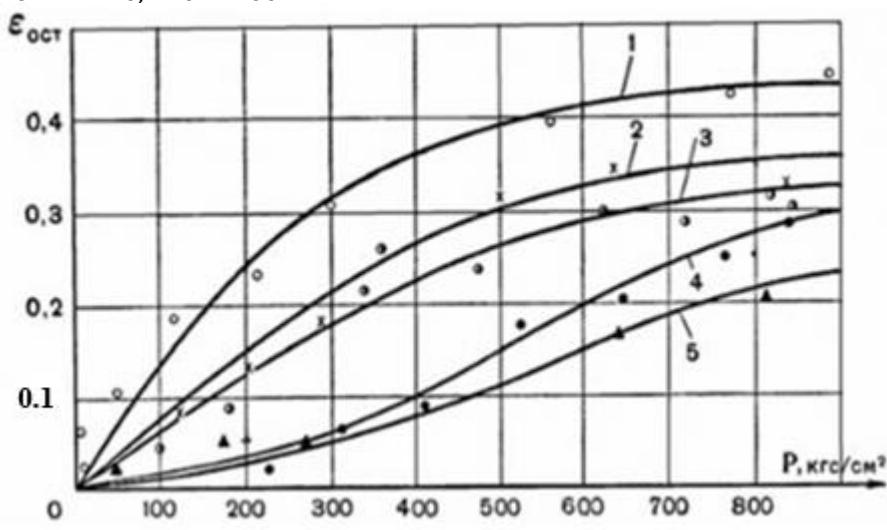
Как видно из рис.9, по значению абсолютной деформации  $\Delta\delta$  при сжатии материала толщиной  $\delta = \delta_0 - \delta_1$  можно рассчитать относительную остаточную деформацию  $\varepsilon_{ост}$  по формуле:

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta\delta}{\delta} \quad (1)$$

Так как качество тиснения зависит от глубины тиснения, то правомочно утверждать, что и относительная остаточная деформация  $\varepsilon_{ост}$  ответственны за качественные показатели тиснения. В этой связи очень информативным являются данные экспериментальных исследований, представленных на рис.10, где кривая 3, описывающая зависимость остаточной деформации  $\varepsilon_{ост}$  от давления  $p$  ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ) для плотности картона  $\rho=0,69 \text{ г}/\text{см}^3$ . Данное значение плотности сопоставимо с величиной плотности бумаги, рассматриваемой в настоящей работе:

$$3) \rho = \frac{270 \text{ г}/\text{м}^2}{\delta} = \frac{270}{0,4 \cdot 10^{-1} \cdot 100^2} = 0,675 \text{ г}/\text{см}^3$$

$$4) \rho = \frac{290 \text{ г}/\text{м}^2}{\delta} = \frac{290}{0,4 \cdot 10^{-1} \cdot 100^2} = 0,725 \text{ г}/\text{см}^3$$



1 – 0,55; 2 – 0,66; 3 – 0,69; 4 – 0,77; 5 – 0,79

Рис.10. Зависимость относительной остаточной деформации картона от нагрузки при постоянной температуре и скорости работы оборудования и плотности картона ( $\text{г}/\text{см}^3$ )

Наиболее близко к экспериментальным данным ( $\rho=0,69 \text{ г/см}^3$ ) на рис.10 подходит плотность бумаги  $\rho=0,675 \text{ г/см}^3$ . Используя кривую 3, выполним ее аппроксимацию параболой вида

$$\overline{x(z)} = a + bz + cz^2 \quad (2)$$

которая характерна для процесса изнашивания с переменной скоростью.

Параметры  $a$ ,  $b$  и  $c$  определяют из уравнений, полученных методом наименьших квадратов:

$$\left. \begin{aligned} an + b \sum z_i + c \sum z_i^2 &= \sum x_i \\ a \sum z_i + b \sum z_i^2 + c \sum z_i^3 &= \sum x_i z_i \\ a \sum z_i^2 + b \sum z_i^3 + c \sum z_i^4 &= \sum x_i z_i^2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $n$  – число наблюдений,

$\sum$  изменяется от  $i = 1$  до  $n$

В частном случае возможна аппроксимация параболой вида

$$\overline{x(z)} = cz^2 \quad (4)$$

проходящей через начало координат, или параболой

$$\overline{x(z)} = a + cz^2 \quad (5)$$

В соответствии с данными рис.9 (кривая 3) запишем следующие соотношения:

$$\begin{aligned} 1) \varepsilon_{\text{ост}} &= 0,08 = z_1 & 2) \varepsilon_{\text{ост}} &= 0,22 = z_2 \\ \rho &= 10 \text{ МПа} = x_1 & \rho &= 30 \text{ МПа} = x_2 \end{aligned} \quad (6)$$

Составим уравнение развития остаточных деформаций. При параболической аппроксимации для данного случая воспользуемся первыми двумя уравнениями системы (3) при  $b=0$ , то есть будем аппроксимировать параболой вида (5):  $x = a + cz^2$

Тогда получим следующие выражения

$$\begin{aligned} 2a + c \sum_{i=2}^2 z_i^2 &= \sum_{i=1}^2 x_i \\ 2 \sum_{i=1}^2 z_i + c \sum_{i=2}^2 z_i^3 &= \sum_{i=1}^2 x_i z_i \end{aligned} \quad (7)$$

Подставляя значения  $x_i z_i$  (6) из условия в систему уравнений (7), определим коэффициенты

$$a=6,95; \quad c=476,2$$

Таким образом, искомые уравнения параболы (кривой 3 на рис.9) имеет вид

$$x = 476,2 \cdot z^2 + 6,95$$

или, возвращаясь к принятым обозначениям

$$p = 476,2 \cdot \varepsilon_{\text{ост}}^2 + 6,95 \quad (8)$$

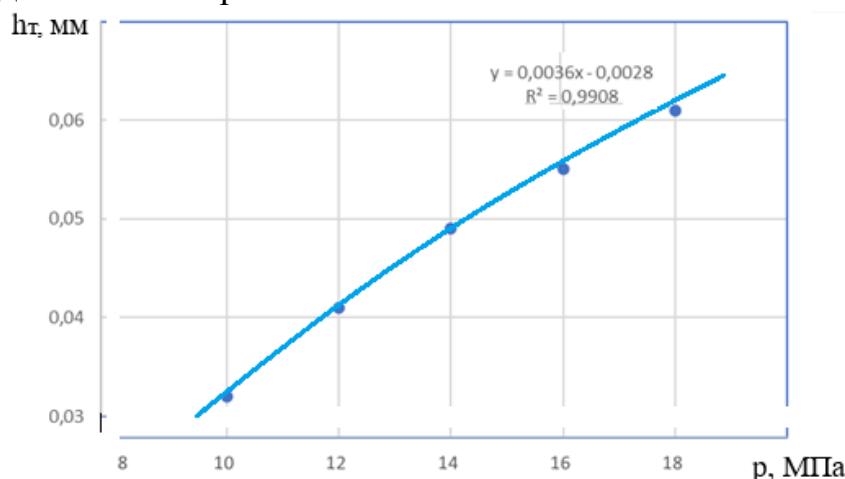
выразив  $\varepsilon_{\text{ост}}$  через давление  $p$ , получим

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \sqrt{\frac{\rho - 6.95}{476.2}} \quad (9)$$

Если представить, что остаточная деформация  $\varepsilon_{\text{ост}}$  при сжатии бумаги (картона) в процессе тиснения есть отношение глубины тиснения  $h_t$  к толщине материала  $\delta$ , то есть  $\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{h_t}{\delta}$ , то с учетом (9) окончательно получим:

$$h_t = \delta \sqrt{\frac{\rho - 6.95}{476.2}}, \text{мм} \quad (10)$$

Графическая зависимость глубины тиснения  $h_t$  от давления  $\rho$ , изменяющегося в пределах 10...18 МПа, для бумаги с плотностью  $\rho=0,675 \text{ г/см}^3$  ( $270 \text{ г/м}^2$ ), представлены на рис.11.



**Рис.11. Зависимость глубины тиснения от давления для бумаги с плотностью  $\rho=0,675 \text{ г/см}^3$**

Как видно из рис.11, при регулировании значения давления можно управлять глубиной тиснения, что безусловно влияет на внешний вид оттиска через визуализацию изображения, определяя тем самым качество оттиска.

Таким образом, обеспечение оптимального соотношения глубины тиснения и толщины фольги является ключевым фактором для получения высококачественного, эстетически привлекательного и технологически устойчивого результата горячего тиснения.

При применении метода математической статистики выявлены наиболее весомые факторы, влияющие на качество тиснения. В связи с этим объектом исследования и критерием оптимизации является укрывистость фольги на оттисках, характеризующая степень запечатывания фольгой материала и отсутствие фольги в местах изображения (плашки) на тест-объекте. Основными выявлены следующие варьируемые факторы: температура штампа,  $^0\text{C}$ , усилие давления, МПа (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Основные факторы и уровни варьирования**

Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования			Интервалы варьирования $\Delta$
	(-) $x_{\min}$	(+) $x_{\max}$	(0) $x_0$	
Температура штампа - $x_1, ^0\text{C}$ , Т	100	120	110	10
Давление – $x_2, \text{ Мпа}, \Delta$	11	13	12	1

После выбора влияющих факторов и их уровней варьирования (табл.1), использована рабочая матрица согласно метода полного факторного эксперимента – ПФЭ 2<sup>2</sup>. В соответствии с матрицей планирования проведено 4 опыта в трехкратной повторности.

Сравнивая значения коэффициентов регрессии с доверительным интервалом заключаем, что значимыми остаются все факторы:  $x_1$  температура штампа, °C и  $x_2$  – усилие давления, МПа. Для картона 270 г/м<sup>2</sup> совместное влияние двух факторов  $x_1x_2$  не значимы. Таким образом, уравнения регрессии, соответствующие математическим моделям, имеют вид:

для картона 270 г/м<sup>2</sup> «Добруши»:

$$y=89,75+1,85 x_1+1,70 x_2+1,50 x_1x_2 \quad (1)$$

для картона 290 г/м<sup>2</sup> «Добруши»:

$$y=90,125+2,175 x_1+1,775 x_2+0,325 x_1x_2 \quad (2)$$

для картона 270 г/м<sup>2</sup> «Зенит»:

$$y=88,525+0,975 x_1+1,125 x_2-0,225 x_1x_2 \quad (3)$$

По полученным регрессионным уравнениям можно выявить, что для всех видов картона выявлена весомость влияния факторов на параметр оптимизации, а именно увеличение значений первого и второго параметров способствуют увеличению параметра оптимизации, то есть зависимость прямо пропорциональная.

Переходим от кодированных  $x_1$ ,  $x_2$  значений факторов к натуральным, получим зависимость укрывистости от приведенных факторов. После преобразований представим в окончательном виде:

для картона 270 г/м<sup>2</sup> «Добруши»:

$$y=88,45 + 0,04 T + 0,55 D - 0,0225 TD \quad (4)$$

Как видно из уравнения (4) при увеличении температуры на 1 °C укрывистость увеличивается на 0,04%, если давление неизменно. При увеличении давления на 1 МПа укрывистость увеличивается на 0,55%, если температура неизменна. Наличие отрицательного взаимодействия: при одновременном увеличении температуры и давления эффект меньше, чем сумма отдельных воздействий.

для картона 290 г/м<sup>2</sup> «Добруши»:

$$y=86,40 + 0,207 T - 1,6694 D - 0,0106 TD \quad (5)$$

Как видно из уравнения (5), укрывистость увеличивается с ростом температуры и сильно уменьшается с ростом давления. Отрицательное взаимодействие, т.е. при одновременном увеличении давления и температуры эффект ещё более негативный.

для картона 270 г/м<sup>2</sup> «Зенит»

$$y=86,32 + 0,10806 T + 1,1356 D - 0,0106 TD \quad (6)$$

При увеличении температуры штампа и давления укрывистость увеличивается (6).

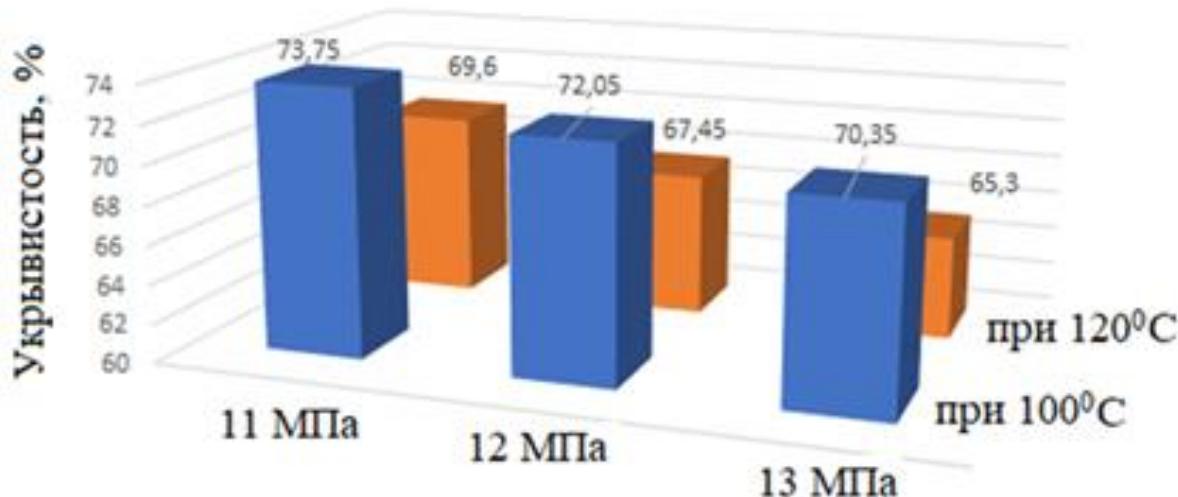
Таблица 2

**Изменение укрывистости изображения в зависимости от температуры штампа и давления**

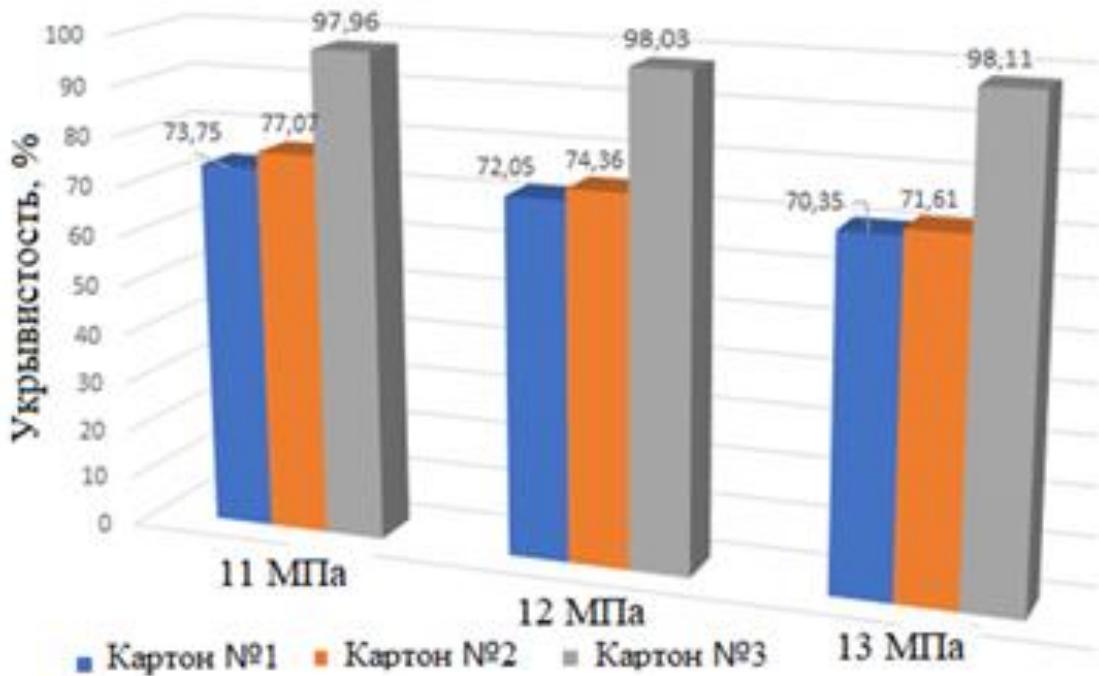
№	Температура штампа, °C	Давление, МПа	Для картона 270 г/м <sup>2</sup> (Добруш)	Для картона 290 г/м <sup>2</sup> (Добруш)	Для картона 270 г/м <sup>2</sup> (Зенит)
1	100	11	92,8	77,07	72,68
2		12	91,58	74,34	70,88
3		13	90,35	71,61	69,09
4	120	11	<b>93,3</b>	<b>78,88</b>	<b>76,82</b>
5		12	92,07	75,94	75,02
6		13	90,84	72,99	73,23
7	100	11	92,8	77,07	72,68
8	110		93,05	77,97	74,75
9	120		90,84	78,88	76,82
10	100	13	90,35	71,61	69,09
11	110		90,6	72,30	71,16
12	120		90,84	72,99	73,23

Анализ уравнений регрессии (7) расчетных данных исследований укрывистости фольги способствовал определению рациональных параметров тиснения. При  $T = 120^{\circ}\text{C}$  и давлении  $D = 11 \text{ МПа}$  обеспечивается укрывистость от 93.3 до 76.82%.

Для оценки влияния температуры штампа ( $T$ ) и давления ( $D$ ) на степень укрывистости согласно полученной математической модели составили диаграммы зависимости (рис.12). Эти диаграммы позволяют наглядно представить, как изменение температуры и давления влияет на равномерность покрытия и качество тиснения.



**Рис. 12. Диаграмма изменения укрывистости фольги (%) в зависимости от температуры штампа (°C) и давления (МПа)**



**Рис. 13. Диаграмма изменения укрывистости фольги на различных видах картона при температуре штампа 100<sup>0</sup>С в зависимости от давления**

Анализ регрессионных моделей показал, что рациональными параметрами тиснения фольгой являются температура 120 °С и давление 11 МПа, при которых достигается максимальная укрывистость — от 93,3 до 76,82%. Применение результатов математического планирования эксперимента позволяет оптимизировать технологический процесс и повысить качество оттисков.

Ожидаемый экономический эффект предприятия при параметрах тиснения (при температуре 120 °С и давлении 13 МПа) составляет 132 млн. сум при производстве одного миллиона изделий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследования, проведенного по теме «Повышение качества упаковочной продукции путём обоснования параметров тиснения на бумагах различной плотности», сформулированы следующие выводы:

1. Рост спроса на упаковочную продукцию усиливает требования к качеству тиснения фольгой. Определение оптимальных параметров процесса является необходимым для получения чёткого рельефа без дефектов и экономической эффективности производства.

2. На основе исследований выявлено, что при температуре штампа 120 °С достигается наивысшая чёткость оттиска (5,5–5,9 баллов). Снижение температуры приводит к ухудшению качества изображения, что подтверждает критическую зависимость чёткости от температурного режима.

3. Анализ укрывистости показал, что максимальное качество запечатывания плашки достигается при температуре 120 °С и давлении 13 МПа. Количественная оценка подтвердила наименьшее число дефектных участков при данных

параметрах. При температуре 100 °C наблюдается влияние на полноту переноса фольги.

4. Оценка разрешающей способности показала, что температура штампа оказывает влияние на воспроизведение мелких деталей, включая позитивный и негативный текст. Для картона плотностью 270–290 г/м<sup>2</sup> оптимальными условиями тиснения на прессе ТУМК-750 являются температура 120 °C и давление 13 ± 1 МПа.

5. Для тиснения на картоне плотностью 270–290 г/м<sup>2</sup> на ООО «Clever Pack» рациональными являются: температура штампа 100–120 °C и давление 10 ± 1 МПа. Для ООО «Papirus ART» рациональными являются температура штампа 120 °C при давлении 18 МПа, а также температуры 125 °C, 130 °C и 140 °C при давлении 17 МПа.

6. Микроскопические исследования позволили определить рациональные режимы тиснения. На прессе ТУМК-750 ООО «Micros» оптимальные давление 11–13 МПа и температура 120 °C. Для ООО «Clever Pack» эффективны параметры 10 МПа и 100–120 °C независимо от плотности картона (270–290 г/м<sup>2</sup>). В ООО «Papirus Art» стабильное высокое качество достигается при усилии 16–18 МПа и температуре 120–140 °C, включая воспроизведение мелких деталей.

7. В результате исследования выявлены взаимосвязи между температурой штампа, силой давления и показателями качества печати, что позволило определить рациональные режимы для различных типов оборудования и материалов.

8. Анализ регрессионных моделей показал, что рациональными параметрами тиснения фольгой являются температура 120 °C и давление 11 МПа, при которых достигается укрывистость от 93,3 до 76.82%. Применение результатов математического планирования эксперимента позволяет оптимизировать технологический процесс и повысить качество оттисков.

9. Обоснование технологических параметров тиснильного пресса, а именно температура 120 °C и давление 13 МПа, способствует оптимизации процесса тиснения и обеспечивает высокую линиатуру, полную укрывистость. Ожидаемый экономический эффект предприятия составляет 132 млн. сум при производстве одного миллиона изделий.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ON THE AWARDING  
OF ACADEMIC DEGREES AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE  
AND LIGHT INDUSTRY**

---

**TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**KHASANOVA MUKHLISA ERGASH QIZI**

**TECHNOLOGICAL QUALITY ASSURANCE OF PACKAGING  
PRODUCTS USING HOT STAMPING ON PAPER OF VARIOUS  
DENSITIES**

**05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics  
and robotic systems**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2025**

**The theme of doctor of philosophy of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the ministers of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2025.4.PhD/T5095**

The dissertation was completed at Tashkent Institute of textile and light industry.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the website on the Scientific Council at the Tashkent institute of textile and light industry at ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) and on the information and educational portal “Ziyonet”([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific advisor:**

**Babaxanova Xalima Abishevna**

doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Baxodirov Gayrat Ataxanovich**

doctor of technical sciences, professor

**Zilbergleyt Mark Aronovich**

doctor of chemical sciences

(Republic of Belarus)

**Leading organization:**

**Bukhara engineering and technology institute**

The defense of the dissertation will take place on 15 January 2026 year at 14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, Shokhjahon-5, administrative building. 222 audience, tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, fax: 253-36-17, e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz).)

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registration number 260) (Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, Shokhjahon-5, tel.: (+99871) 253-08-08

The abstract of the dissertation has been sent out on 26 December 2025 year.  
(mailing report № 260 from 26<sup>th</sup> December 2025 year).



**Kh.Kh. Kamilova**

Chairman of the Scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**A.Z. Mamatov**

Scientific secretary of the Scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**Sh.Sh. Khakimov**

Chairman of the Scientific seminar under scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## **INTRUDUCTION (abstract of the PhD thesis)**

**The purpose of the research** is a study of hot stamping technology and substantiation of stamping parameters to ensure the quality of packaging products on papers of various densities.

**The object of the study** are the parameters of the platen press, paper of different densities, multi-color prints obtained by hot stamping.

**The scientific novelty of the study** is as follows:

Based on the calculation of stamp temperature and platen pressure, equations were derived for calculating rational embossing parameters to ensure consistent screen printing and full image coverage on packaging products.

A method was developed for assessing the quality of embossing on paper of varying thicknesses, taking into account the influence of stamp temperature and pressure on the uniformity of foil application and contour clarity.

It was established that foil stamping in specified modes ensures high screen printing and full image coverage regardless of the paper thickness.

A relationship between paper surface properties, embossing process parameters, and foil coverage on the printed images was established by constructing regression equations.

**The practical results of the study** are as follows:

certain rational values of the raster dot radius, the width of the dot gain halo, and the relative dot gain value will ensure minimal deviation of halftone values of raster fields on the print;

using the method of mathematical planning of experiments, the obtained regression equations will allow identifying significant factors for optimizing prepress and stabilizing printing processes, which will ensure print quality and reduce the cost of manufactured products;

the obtained mathematical model will ensure print quality based on studying the influence of raster structure properties, and will reduce the cost of basic materials by reducing the amount of defects during setup and printing of the entire print run.

**Reliability of the obtained results:**

The reliability of the obtained research results is confirmed by the consistency of the results of theoretical and experimental studies, positive results of testing and implementation, as well as a comparison of the results, their adequacy according to known evaluation criteria

**Implementation of research results.** Based on the results of scientific research aimed at determining the operating parameters of a platen press and identifying the interactions between foil and the surface of the printed material, embossing parameters were implemented at Micros LLC, ENGRAVER TECHNOLOGY, Clever Pack, and PAPYRUS ART (information from the “Shark” Publishing and printing joint-stock company of the Republic of Uzbekistan, No. 06-2/20-136, dated Oktyabry 27, 2025). As a result, it was established that the embossing mode, with a stamp temperature of 120°C and a pressure of 13 MPa, is economically optimal, ensuring high lineature clarity, full opacity, and cost savings of over 15% compared to other modes.

**Approbation of the research results.** The research results were discussed at 7 scientific and technical conferences, including 4 international ones.

**Publication of research results.** Publication of the research results. 15 scientific papers have been published on the topic of the dissertation, including 6 scientific articles recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of the dissertation, 2 scientific article in international journals Scopus.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The total volume of the dissertation contains 100 pages of text.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YHATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I-bo'lim (I-раздел; I-part)**

1. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова Оценка качества печати струйных принтеров. Текстильный журнал Узбекистана. - 2022. - №1. - С.114-118. (05.00.00; №17).
2. M.E.Xasanova, Kh.A.Babakhanova, D.I.Abdiraxmanova, I.G.Gromiko Finishing methods for packaging products. Technical science and innovation – T. – TGTU. - № 2. – 2023. – С.180-186. (05.00.00; №16).
3. M.E.Xasanova, Kh.A.Babakhanova, N.J.Sadriddiniva, A.A.Saodatov Influence of foil stamping parameters on image quality // Technical science and innovation. – T., - TGTU. – 2023. - №4.– С.5-9. (05.00.00; №16).
4. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, А.А.Саодатов, С.Р.Камалова Оценка качества продукции экспертым методом // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2023. - №5 (407). – С.38-44. СКОПУС (Q3).
5. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, А.А.Саодатов, М.А.Бабаханова Оценка линиатуры и укрывистости изображения, тисненного полиграфической фольгой // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2024. - №2. – С. 218-224. СКОПУС Q3.
6. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, А.А.Саодатов, Д.Ч.Равшанов Оценка качества изображения, тисненного фольгой // Текстильный журнал Узбекистана. - 2024. - №1. - С.95-100. (05.00.00; №17).
7. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, Н.Ж.Садриддина Анализ градационных характеристик и контраста печати оттисков, отпечатанных пьезоэлектрической технологией струйной печати // Universum. Технические науки. - 2025. - №6 (135). (02.00.00; №1).
8. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, Ш.В.Ташмухамедова Turli rastr tuzilmalarni yarim tusli tasvirlarni hosil qilish sifatiga tasirini baholash // Текстильный журнал Узбекистана. - 2025. - №3. - С.193-199. (05.00.00; №17).

**II-bo'lim (II-раздел; II-part)**

9. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова Анализ восприятия негативных изображений, отпечатанных на цветном струйном принтере // European journal of science archives conferences series. 2022. Aachener, Germany. С.130-133.
10. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова Воспроизведение микроштриховых изображений при печати на струйном принтере // Using innovative technologies in improving the efficiency of education: Problems and solutions. 2022. Batumi, Georgia. С.67-71.
11. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова Упаковка без вреда для окружающей среды // "Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda milliy va

xorijiy tajribalar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. ТТЕСИ, 27.10.2022. С.294-297.

12. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, Д.И.Абдирахманова Методы обработки поверхности упаковочной продукции // Пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш соҳасида фан ва таълим интеграциялашуви ни ривожлантириш тенденциялари республика илмий-амалий анжуман. 17-18 май 2023. 350-352 с.

13. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, И.Г.Громыко Методы отделки алюминиевой фольгой для упаковочной продукции // Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda dual ta’limning o’rni hamda fan,ta’lim,ishlab chiqarish klasterlarini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar mavzusidagi Xalqaro miqyosidagi imiy-amaliy anjumani to‘plami. Toshkent. 2023. 28-noyabr. С.40-43.

14. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова Оценка качества оттисков, тисненного фольгой // Xalqaro tajriba: ta’limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari. Xalqaro miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman. Toshkent-2024. 18-dekabr.

15. М.Э.Хасанова, Х.А.Бабаханова, Д.И.Абдирахманова Оценка качества воспроизведения микроэлементов на оттисках, тисненных фольгой // Международный современный научно – практический журнал. Новости образования: исследование в XXI веке. Москва 2025, ноябрь. С.405-410.

Avtoreferat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy texnikaviy jurnali tahririyatida  
tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi  
(25.12.2025 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 25.12.2025 yil.

Bichimi 60x45 1/8, “Times New Roman”  
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog‘i 3.25. Adadi: 60. Buyurtma: №96.

TTYSI bosmaxonasida chop etildi. Toshkent shahri, Shohjaxon ko‘ch., 5-uy





