

M.G. STAKYAN, H.A. GHAZARYAN

**A CALCULATION METHOD FOR ESTIMATING THE BEARING CAPACITY OF STRUCTURAL COMPONENTS OF GAS-MAIN PIPELINES**

Based on the main damaging factors, affecting the bearing capacity of the above-ground main gas pipelines, a new method of assessing the cyclic strength and durability of critical pipeline elements has been developed. Unlike the current method of point estimate only for strength, by the proposed new method, it is possible to perform calculations for strength and durability in the entire range of corrosion-fatigue cyclic stresses and durations. For this purpose, functional correlation of the coefficients of corrosion effect are obtained. A system of fatigue equations covering the entire range of corrosion fatigue ( $N=10^1...10^8$  cycles) is used and 2 calculation schemes are compiled: N1 – “air-corrosive medium”, N2 – “corrosive media 1 - corrosive media 2”, taking into account the influence of the corrosive environment and its option on the strength and durability. The intervals of cyclic overstresses and durations are identified to obtain a refined functional correlation of the characteristics of the bearing capacity of gas pipeline elements.

**Keywords:** gas transmission system, main gas pipeline, pipe weld, corrosion fatigue, corrosion coefficient, strength and durability.

ՀՏԴ 676.2.017.26

**Ա.Ս. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ**

**ՊՈԼԻԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ՏՊՄԱՆ ԳՈՏՈՒՄ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ՀԱՄԱԼԻՐ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԵՎ ԲԱՐՁՐՈՐԱԿ ՏՊԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՑՈՒՄԸ**

Ուսումնասիրվել են տպագրող տպագրությանը մասնակցող բոլոր նյութերի հատկություններն իրենց բարդ կառուցվածքով: Նախագծվել է օգտագործված նյութերի երկրաչափությունը, և ընդունվել են եզրային պայմանները: Տպագրական գործընթացի հիմնական ուժային պարամետրի՝ նորմալ ճնշման որոշման համար օգտագործվել են կոնտակտային խնդիրների լուծման մեթոդները, իսկ տպագրման հպման գոտում ստատիկական և դինամիկական բեռնվածքային ռեժիմների հետազոտման համար օգտագործված է ANSYS ծրագրային փաթեթը:

**Առանցքային բառեր.** ջերմաստիճան, ջերմային բաշխվածություն, լարումների բաշխվածություն, դեֆորմացիա, 3D մոդելավորում:

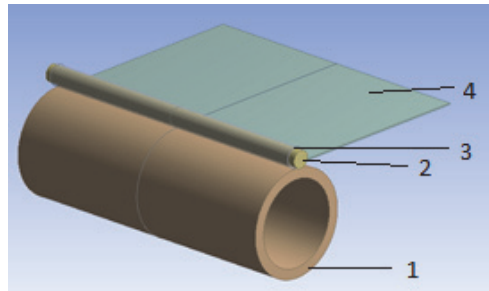
**Ներածություն.** Պոլիգրաֆիական արտադրության ոլորտում տարեցտարի աճող ծավալները, արտադրանքի որակի և ձևավորման նկատմամբ պահանջարկի կտրուկ աճը, ինչպես նաև սպառման նոր շուկաներ նվաճելու ձգտումն ու մրցակցային պայքարը լարված իրավիճակ են ստեղծել պոլիգրաֆիական արտադրա-

տեսակների թողարկման գործընթացում: Այս ամենը պահանջ է առաջադրում հնարավորինս բարձրացնելու տեխնոլոգիական սարքավորումների արտադրական արագությունները, կիրառելու նոր տեխնոլոգիական գործընթացներ, օգտագործելու բարձրորակ տպագրական ներկանյութեր, տպագրական թղթի նոր տեսակներ, որոնք օժտված են բարձր ամրությամբ, երկարակեցությամբ և իրենց ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով էապես գերազանցում են ավանդական թղթատեսակներին: Տպագրական արտադրանքի որակի չափանիշները նշանակալի կերպով բնութագրվում են տպագոտում ընթացող դեֆորմացիոն երևույթներով, որոնց մասնակցում են այդ գոտում հայտնված բոլոր նյութերը՝ թուղթը, ներկը և տպագլաններն իրենց բարդ մակերևութային շերտերով [1-3]: Այդ շերտերում ընթացող երևույթները, լարվածադեֆորմացիոն վիճակը, տպագրական ճնշումները և ջերմային գործոնը հիմնական ցուցանիշներից են, որոնք ձևավորում են տպագրական արտադրանքի որակը [4]: Կարևորագույն խնդիր է որակի ապահովումը պոլիգրաֆիական մեքենաների տպագրական հանգույցների դեֆորմացման բնութագրերի կառավարման միջոցով: Աշխատանքում հակիրճ ներկայացված են ֆիզիկամեխանիկական երևույթները համան գոտում: Որոշ տպագրական մեքենաների տպող հանգույցներում ջերմահովացնող համակարգը բացակայում է, սակայն տպագրական թերթերի քանակություններից հետո տպող լիսեռները տաքանում են: Այդ տաքացումը հանգեցնում է լիսեռների մասնակի լայնացմանը, ինչն անմիջապես ազդում է տպագրության որակի վրա: Խնդիր է առաջանում որոշել այն սահմանը, որի դեպքում տպագրությունը կհամարվի օպտիմալ ընդունելի, և որով հիմնավորվում է ջերմային գործոնի ազդեցությունը լարվածադեֆորմացիոն վիճակի վրա: Մյուս կարևոր միջոցառումը տպագրական հանգույցում բնականոն աշխատանքային ռեժիմի ստեղծումն է, որը կարող է փոփոխվել տպագրական մեքենայի աշխատանքային արտադրողականության և արագությունների բարձրացման հետևանքով: Պետք է բացառվի թղթի անհավասարաչափ մատուցումը և դուրսբերումը տպագոտուց, որը կհանգեցնի թղթի մասնակի կամ լրիվ ճմռթմանը և տպագրական ներկի մատուցման խանգարմանը, իսկ արդյունքում՝ արտադրանքի որակի կտրուկ անկմանը: Շատ կարևոր են նաև տպագրման գոտում ազդող նորմալ ճնշման հաստատունությունը և գլանների նկատմամբ թղթի հարաբերական սահքի բացակայությունը: Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել տպագրական մեքենաների տպագրման գործընթացը, գնահատել տպող լիսեռների ջերմային գործոնի ազդեցությունը տպագրության որակի վրա:

**Խնդրի մեթոդաբանությունը.** Աշխատանքում օգտագործվել է ՀԱՊՀ տպագրահրատարակչական կենտրոնում առկա RISOGRAPH TR1510 տպագրա-

կան մեքենայի մոդելը: ANSYS ծրագրային միջավայրում մուտքագրվել են տպագոտում առկա թղթի, պողպատի և ռետինե թաղանթի հատկությունները: Ստացվել են լարումների, դեֆորմացիաների արժեքները, ջերմային բաշխվածությունը տպագոտում: Սկզբում կատարվել է տպագրական հանգույցի մասնակի մոդելավորում՝ ըստ իրական չափերի: Երկրորդ փուլում կատարվել է կիրառվող նյութերի՝ պողպատի, ռետինե թաղանթի, թղթի հատկությունների մուտքագրում ANSYS ծրագրային միջավայր: Պողպատի և ռետինե թաղանթի հատկությունները ընտրվել են ANSYS ծրագրային միջավայրի գրադարաններից, իսկ թղթի հատկությունների մուտքագրումը կատարվել է ուսումնասիրությունների, հետազոտությունների և գրականության վերլուծության հիման վրա, քանի որ ANSYS ծրագրային միջավայրի գրադարանում այդպիսի նյութ գոյություն չունի: Ինչպես հայտնի է թուղթն անիզոտրոպ կառուցվածքով նյութ է, սակայն այս աշխատանքում դիտարկվել է որպես իզոտրոպ: Թղթի հատկությունները, արժեքները և գործակիցները հնարավորին չափ մոտեցվել են իրականին: Նշված հաջորդականություններից հետո մոդելավորման ընթացքում տպագրական հանգույցը բաժանվել է վերջավոր թվով տարրերի՝ արդյունքների առավել ճշգրիտ ստացման համար [5-6]: Երրորդ փուլում կատարվել է լիսեռների միջև անհրաժեշտ բացակների և հպման գոտիների տեղորոշում, տրվել են լիսեռների պատման և թղթի շարժման ուղղությունները, ընտրվել է թղթի տեսակը, գործարկվել է տպագրական հանգույցի եռաչափ մոդելը: Անհրաժեշտ բոլոր թվային արժեքների հայտնի դառնալուց հետո ANSYS ծրագրային միջավայրում, որը հիմնված է վերջավոր տարրերի մեթոդի (ՎՏՄ) վրա, կատարվել է տպագրական հանգույցի հպման գոտու 3D մոդելավորում: Նախ կառուցվել է տպագոտու ավելի պարզ մոդելը, որը փուլ առ փուլ զարգացվել, կատարելագործվել և բերվել է ավարտուն տեսքի: Քվազի - ստատիկ վիճակում ստացվել են անհրաժեշտ արդյունքները: Հաջորդ փուլում մոդելավորումը կատարվել է արդեն ջերմային գործոնի հաշվառմամբ: Ընդունվել է պայմանական 20...22 °C սենյակային ջերմաստիճանը, մուտքագրվել են թղթի խտությունը, ջերմահաղորդականության և ջերմատվության գործակիցները, Յունգի մոդուլը, Պուասոնի գործակիցը: Ստացվել են լարումների, դեֆորմացիաների արժեքները, ջերմային բաշխվածությունը տպագոտում: Այժմ առաջադրված խնդիրը լուծված է ինչպես քվազի - ստատիկ վիճակում, այնպես էլ ջերմային գործոնը հաշվի առնելով: Ջերմաստիճանային բաշխվածությունը տպագոտում ցայտուն երևում է 180  $\mu$  հետո, ուստի մոդելավորումը կատարվել է 180  $\mu$  ժամանակամիջոցի համար: Մատրիցային տիպի տպագրական մեքենաներում արդիական է ջերմահովացման համակարգի խնդիրը:

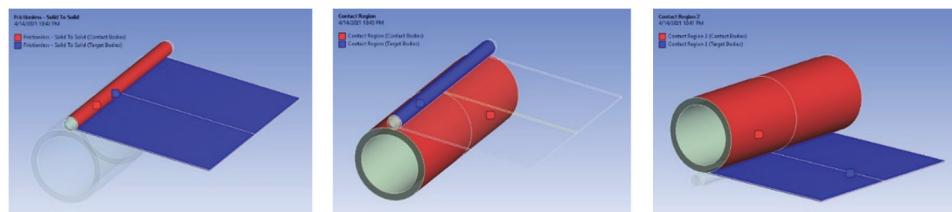
ANSYS ծրագրային միջավայրի XY կոորդինատական համակարգում տարբեր հարթություններում կառուցվել են տպածկային գլանը (1), տպող գլանը (2), ռետինե շերտը (3) և տպագրական թուղթը (4) (նկ.1):



Նկ.1. Նախագծված տպագրական հանգույցի մոդելը

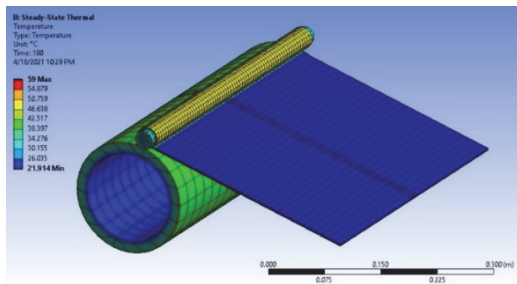
Այնուհետև կիրառվել է մենյուի տողի Extrude հրամանը. տպածկային գլանի համար 220 մմ չափով, տպագրական հոծ գլանը 230 մմ չափով, ռետինե թաղանթը 220 մմ չափով, և թուղթը 210 մմ չափով: Extrude հրամանի կիրառումից հետո Generate հրամանի միջոցով արդեն ստացվել է տպագրական հանգույցի եռաչափ մոդելը: Մաթեմատիկական մոդելում տպածկային գլանի լրիվ մակերևույթի մակերեսը կազմում է  $4,0024 \cdot 10^5$  մ<sup>2</sup>, տպող գլանինը՝  $0,3711 \cdot 10^5$  մ<sup>2</sup>, ռետինե թաղանթինը՝  $0,76459 \cdot 10^5$  մ<sup>2</sup>, իսկ տպագրական թղթինը՝  $2,5378 \cdot 10^5$  մ<sup>2</sup>:

**Հետազոտության արդյունքները.** ANSYS ծրագրային միջավայրում ընտրվել է XYZ կոորդինատական համակարգը, և տպագրական հանգույցը բաժանվել է վերջավոր թվով տարրերի: Վերջավոր թվով տարրի միավոր է ընտրվել 0,001 մ: Արդյունքում տպագրական հանգույցը բաժանվել է թվով 25944 հանգույցների և ընդհանուր 19205 հատ տարրերի: Համան տարրերի քանակն է 14986, պինդ տարրերի քանակը՝ 4219: Տեղորոշվել են տպագրական հանգույցի համան գոտիները, համան մակերևույթի մակերեսները Connections և Contact Region ֆունկցիաների միջոցով: Նկ. 2-ի ա) -ում ներկայացված են ռետինե թաղանթի և թղթի, բ) -ում՝ տպածկային գլանի և թղթի, գ) -ում՝ տպածկային գլանի արտաքին մակերևույթի մակերեսի և ռետինե թաղանթի միջև համան գոտիները:



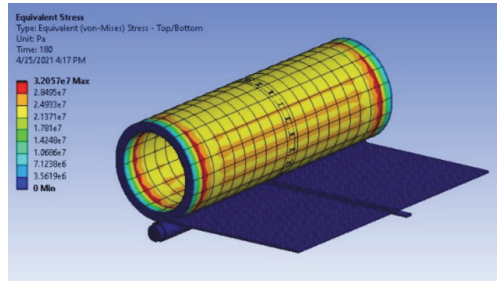
Նկ. 2. Տպագրական հանգույցի համան մակերևույթի մակերեսները

Steady-State Thermal ստատիկ ջերմային կայունության վերլուծության փուլում ընտրվել է նախնական 22 °C սենյակային ջերմաստիճան: Մոդելավորումը կատարվել է  $t = 180$  վ աշխատաժամանակի համար: Նշված ժամանակամիջոցում տպագրական մեքենայի գործարկումից հետո տպաձևային գլանի արտաքին մակերևույթին ջերմաստիճանը հասել է 39,9 °C ջերմաստիճանի, իսկ ներքին սնամեջ մակերևույթին՝ 25,58 °C -ի: Ռետինե թաղանթի ջերմաստիճանը բարձրացել է մինչև 48,65 °C, իսկ լիսեռի և նրա վրա փաթաթված ռետինե թաղանթի միջև ջերմաստիճանը հասել է 31 °C: Տպագոտի մուտք գործող տպագրական թղթի դիմային եզրի ջերմաստիճանը, ըստ մոդելավորման արդյունքների, հասել է 59 °C -ի, ինչպես և ակնկալվում էր ամենաբարձր ջերմաստիճանը, իսկ թղթի վերջնամասն էապես ջերմային ազդեցության չի ենթարկվել և ունի 22 °C ջերմաստիճան: Վերջնական արդյունքում ստացվել է մոդելը՝ պատրաստ հաշվարկի համար: Հաշվարկների սահմանման փուլում տրվել են որոշման սահմանումները, պարամետրերը, և ծրագիրը գործարկվել է: Վերջնական արդյունքում ստացվել է թվային հաշվարկ՝ նախատեսված ճշտությամբ: Նկ. 3-ում ներկայացված է ջերմաստիճանային բաշխվածությունը տպագոտում 180 վ ժամանակամիջոցից հետո:



Նկ. 3. Ջերմաստիճանային բաշխվածությունը տպագոտում

Տպագոտում թուղթը միշտ գտնվում է լարված վիճակում, սակայն այդ լարումները այնքան էլ մեծ չեն: Դա բացատրվում է նրանով, որ լիսեռի վրա փաթաթված ռետինե թաղանթը մեկուսիչ դեր է կատարում: Նկ. 4-ում բերված են լարումների բաշխվածությունը ջերմության ազդեցությամբ:



Նկ. 4. Լարումների բաշխվածությունը ջերմության ազդեցությամբ

Աղյուսակում ներկայացված են առավելագույն լարումները՝ առանց ջերմային գործոնի և ջերմային գործոնի ազդեցությամբ:

Աղյուսակ

Բացակն ու առավելագույն լարումները՝ առանց ջերմային գործոնի և ջերմային գործոնի ազդեցությամբ

Թղթի տեսակը	Առավելագույն լարումն առանց ջերմային ազդեցության, ՄՊա	Առավելագույն լարումը ջերմային ազդեցությամբ, ՄՊա	Բացակն առանց ջերմային գործոնի ազդեցության, մմ	Բացակը ջերմային գործոնի ազդեցությամբ, մմ
1	31,973	32,057	0,07	0,066
2	33,159	33,271	0,08	0,0775
3	34,835	34,952	0,15	0,14

Ինչպես երևում է աղյուսակից, լարումներն առավել մեծ են ջերմային գործոնի ազդեցությամբ: Այս ազդեցությունը նկատվում է 180 մլ ընթացքում շփման հետևանքով: Ջերմային գործոնի ազդեցության պարագայում, 180 մլ ժամանակամիջոցից հետո, լիսեռների միջև բացակը փոքրանում է:

**Եզրակացություն.** Ստացվել են լարումների, դեֆորմացիաների արժեքները, ջերմային բաշխվածությունը տպագրուում: Դիտարկվել է նույն խնդիրը՝ առանց ջերմային գործոնի ազդեցության: Արդյունքում համեմատվել են մոդելավորման ընթացքում ստացված արդյունքները, որոնք ներկայացված են աղյուսակի և պատկերների միջոցով: Ստորև ներկայացված են այն հիմնական եզրակացությունները, որոնք ակնհայտ են դարձել խնդրի լուծման արդյունքում:

- Տպագրական մեքենայի տպագրական հանգույցի ANSYS ծրագրային միջավայրում մոդելավորման արդյունքում պարզ դարձավ, որ տպագրուում

ջերմության առկայությունն ավելի մեծ ազդեցություն է ունենում ռետինե թաղանթի, քան պողպատե լիսեռի վրա:

▪ ANSYS ծրագրային միջավայրում ջերմային գործոնի ազդեցությամբ տպագլանների միջև եղած բացակի թվային արժեքի նվազման դեպքում թուղթը դժվարությամբ է մուտք գործում տպագրական հանգույց: Մասնավորապես՝ 0,1 մմ հաստությամբ տպագրական թղթի կիրառման դեպքում, երբ տպագլանների միջև բացակը 0,09 մմ է, ճնշման արժեքի մեծացման պարագայում առաջանում են ավելի մեծ լարումներ, որոնք հանգեցնում են թղթի ճնշատավաճքին, լրդմանը, պոկոտմանը և տպագրական մեքենայի վրա մեխանիկական բեռնվածքի ավելացմանը:

▪ ANSYS ծրագրային միջավայրում մոդելավորման արդյունքում ջերմաստիճանը տպագոտում 180  $^{\circ}$ C-ում սենյակային սկզբնական 22  $^{\circ}$ C ջերմաստիճանից հասել է 59  $^{\circ}$ C-ի:

▪ Ըստ մոդելավորման արդյունքների՝ ժամանակի ընթացքում հպման գոտում առաջացած լարումներն ունենում են հետևյալ թվային արժեքները՝ առանց ջերմային գործոնի ազդեցության հաշվառման լարումը՝ 31,973...34,835 ՄՊա, իսկ ջերմային գործոնի ազդեցության հաշվառմամբ՝ 32,057...34,952 ՄՊա:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Технология печатных процессов / **А.Н. Раскин, И.В. Ромейков, Н.Д. Бирюкова и др.** – М.: Книга, 1989. – 301 с.
2. **Нечитайло А.А., Тихонов Н.Т., Шокова Е.В.** Технология печатных процессов.– Самара: Изд-во СГАУ, 2013. – 168 с.
3. **Шголяков В.И., Румянцев В.Н.** Печатное оборудование: Учебник/ Моск. гос. ун-т печати. – М.: МГУП, 2011. – 519 с.
4. **Громыко И.Г.** Технология печатных и отделочных процессов при производстве упаковки и тары.- Минск: БГТУ, 2019. — 242 с.
5. Инженерный анализ в ANSYS Workbench / **В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова и др.** - Самара: Гос. техн. ун.-т, 2010.-271 с.
6. **Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф.** ANSYS для инженеров.- М.: Машиностроение, 2004.- 506 с.

**С.С. МАРТИРОСЯН**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ  
ПЕЧАТИ И ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ПЕЧАТНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Изучены свойства всех материалов, используемых для печати на печатном станке, с их сложной структурой. Разработана геометрия используемых материалов и приняты краевые условия. Для определения нормального давления - основного силового параметра печатного процесса, были использованы методы решения контактных задач, а для исследования режимов статической и динамической нагрузки в зоне касания печати – программный пакет ANSYS.

**Ключевые слова:** температура, тепловое распределение, распределение напряжений, деформация, 3D- моделирование.

**S.S. MARTIROSYAN**

**COMPREHENSIVE EVALUATION OF POLYGRAPHIC PRINTING  
FACTORS AND PRODUCTION OF HIGH QUALITY PRINTING**

The properties of all the materials used in printing on the printing press with their complex structure have been discussed. The geometry of the materials used has been designed, the edge conditions have been adopted. Contact problem solving methods were used to determine the normal force parameter of the printing process, normal pressure, and the ANSYS software package was used to investigate the static and dynamic load modes in the print touch zone.

**Keywords:** temperature, heat distribution, stress distribution, deformation, 3D modeling.