

ҚОЛДИҚ КУЧЛАНИШЛАРГА МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ҚАРШИЛИГИ ҲАҚИДАГИ МАСАЛА

Ж. Т. Озоджонов

Тошкент давлат транспорт университети талабаси

Ғ.Ф.Пирназаров

Тошкент давлат транспорт университети катта-ўқитувчи

Қолдиқ кучланишларга материалларнинг қаршилиги характеристикаси деганда, $\sigma_1^0, \sigma_2^0, \sigma_3^0, \sigma_D, \sigma_T$ лар орасидаги муносабатни қабул қиламиз, бу ерда $\sigma_1^0 > \sigma_2^0 > \sigma_3^0$ – кўрилаётган нуқтадаги асосий қолдиқ кучланишлар; σ_D ва σ_T – худди шу нуқтадаги чидамлилиқ ва оқувчанлиқ чегараси.

Қолдиқ кучланишларни икки категорияга бўламиз. Улардан биринчисига янги дарзларни ҳосил қилувчи ёки мавжуд дарзларни ривожлантирувчи қолдиқ кучланишларни, иккинчисига эса барча қолган қолдиқ кучланишларни киритамиз. Биринчисини хавфли, иккинчисини эса – хавфсиз қолдиқ кучланишлар деб номлаймиз.

Мақолаларда, хавфли қолдиқ кучланишли ҳолат қуйидаги кўринишга эга кучланишлар тензори билан характерланади:

$$T_{\sigma}^0 = \begin{vmatrix} \sigma_1^0 \geq \sigma_B & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2^0 \geq \sigma_3^0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3^0 \geq \sigma_B - \sigma_T \end{vmatrix} \quad (1)$$

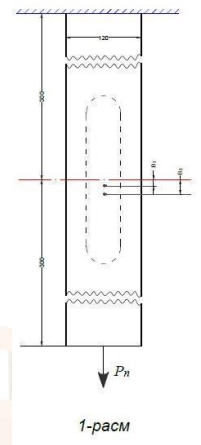
$\sigma_D - \sigma_T = 0$ ни қабул қилиш мумкин бўлган ҳолатлар учун тензор (1) ҳаққонийлиги, шиша намуналарида ўтказилган тажрибалар билан тасдиқланган [4].

Қуйида иккинчи категория қолдиқ кучланишларни кўриб чиқамиз, улар учун тензор (1) қуйидаги кўринишда келади:

$$T_{\sigma}^B = \begin{vmatrix} \sigma_1^0 < \sigma_B & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2^0 \geq \sigma_3^0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3^0 < \sigma_B - \sigma_T \end{vmatrix} \quad (2)$$

Тензор (2) ҳаққонийлигини текшириш учун тажрибалар ўтказилди: намуна сифатида узунлиги 600, эни 120, қалинлиги 10 мм бўлган пластинка қабул қилинган. Бундай ўлчамлар синов машинаси қуввати ва ушланмаси, қолдиқ кучланишларни яратиш ва аниқлаш имкони билан тушунтирилади. Намуналар оддий механик ва кимёвий характеристикаларга эга Ст.3 (турли плавоқларнинг нормали) маркали пўлат листидан тайёрланган. Намуналар синовига учта операция киритилган:

- 1) Кучланишларни яратиш;
- 2) Намуна ўқи бўйлаб нуқталар 1 ва 2 нинг ўзаро кўчишларини ўлчаш (1-Расм);



3) нукталар 1 ва 2 орасидаги толаларда ўлчанган деформациялар бўйича кучланишлар катталигини ҳисоблаш.

Намуналардаги қолдиқ кучланишлар газли иситгич ёрдамида ўрта қисми (1-Расмда пунктир билан ифодаланган) маҳаллий иситиш билан ҳосил қилинган. Иситиш натижасида 1 ва 2 нукталар орасидаги толалар зонасида чўзилувчан қолдиқ кучланишлар пайдо бўлган, уларнинг катталиги ва йўналиши номаълумдир. Берилган катталиқдаги қолдиқ кучланишларни яратиш мумкин эмас: бу муаммо ечимини кутмоқда. Намуналарда ташқи кучлар ёрдамида кучланишларни лабораторияда синов машинасида ҳосил қилинган. 1 ва 2 нукталарнинг ўзаро кўчиши махсус деформометр билан ўлчанган [1,2].

Маълумки, 1 ва 2 нукталар орасида кучланиш вақтида (1-Расм) тола σ^0 қолдиқ кучланиш ва σ_n юклама билан синалган; кучланишлар бир вақтда ва бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда таъсир қилган. Юкламадан кучланиш катталигини ихтиёрий чегараларда ўзгартирилган, қолдиқ кучланишлар катталигини ўзгартириш осон эмас.

Натижада масала туғилди: бир вақтнинг ўзида, бир толанинг ўзида 1 ва 2 нукталар орасида иккита упругий деформацияни ўлчаш, улардан бири қолдиқ кучланишларга мос, иккинчиси эса – юклама P_n дан ҳосил бўлган кучланиш. Оддий усуллар билан алоҳида ўлчовларни амалга ошириш мумкин эмас.

Намуна-пластинкани чўзишди, кучланишни юкламадан то бутун кесим бўйлаб металлнинг текучестлиги чегарасигача етказилиб. Бунда деформациялар намуна узунлиги ўртаси яқинидаги олти тензометрлар T_1 – T_6 билан ўлчанган. 2-Расмдан кўринадики, тензометрлар T_1 , T_3 , T_4 ва T_6 қолдиқ кучланишлар сиқувчи бўлган ҳудудларда намуна четида, T_2 ва T_5 тензометрлар эса – чўзилувчан қолдиқ кучланишли ҳудудда жойлашган. T_2 ва T_5 тензометрлар жойлашган жой 1 ва 2 нукталар орасида тола билан мос тушган. Бу синовлар натижалари 2-Расмдаги иккита эгри чизиқ кўринишида тасвирланган. Қуйи эгри чизиқ – қолдиқ кучланишларнинг чўзилувчан зонасидаги T_2 ва T_5 тензометрлар билан деформацияни ўлчаш натижалари, юқори эгри чизиқ – қолдиқ кучланишларнинг сиқилган зонаси чегараларида T_1 , T_3 , T_4 ва T_6 тензометрлар билан деформацияни ўлчаш натижаларидир. Эгри чизиқларнинг мос келмаслиги – қолдиқ кучланишлар таъсири ва уларнинг релаксацияси натижаларидир. Ўлчанган деформациялар – упругий ва пластик деформациялардан ташкил топган йиғинди деформациялардир. Йиғинди деформацияларни упругий ва пластик деформацияларга бўлиш мумкин эмас, упругий деформацияларни эса – қолдиқ кучланишлар таъсиридан упругий ва ташқи кучлар таъсиридан упругийларга бўлиш мумкин эмас. Тушунарлики, масалани бундай ечиш мумкин эмас. Шу билан бирга, масалани экспериментал ечиш мумкин. Биз уни қуйидагича ечдик:

Аввал 1 нукта яқинида (3-Расм) ўқ марказида тешик ҳосил қилдик, у 1 ва 2 нукталар орқали ўтади ва намуна ўқи йўналиши бўйича мос келади. Тешик диаметри 8 мм га тенг. Шу билан бир вақтда, 1 ва 2 нукталар кўчиши фарқи (Δ_{12}) ўлчанди. Сўнгра Δ_{12} ва қуйидаги формула бўйича

$$\sigma^0 = \frac{E \Delta_{12}}{a MK_{12}}$$

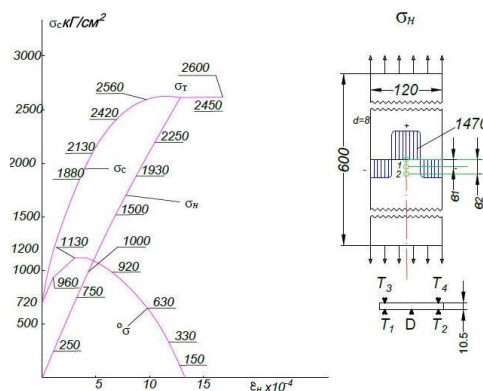
1 ва 2 нукталар орасидаги қолдиқ кучланишлар катталиги аниқланди. $E=2 \cdot 10^6$ кГ/см² – упругийлик модули; $a=4$ мм – тешик радиуси; M – ускуна масштаби = 8000; K_{12} – ўтиш коэффициенти, Кирш масалалари формуласи бўйича ҳисобланган [5].

Сўнгра, 1 ва 2 нукталар орасидаги толадан усқунани олмасдан (мажбурий эмас, усқунани ечиб, қайтадан қўйиш мумкин), намуна синов машинасига қўйилиб чўзилди.

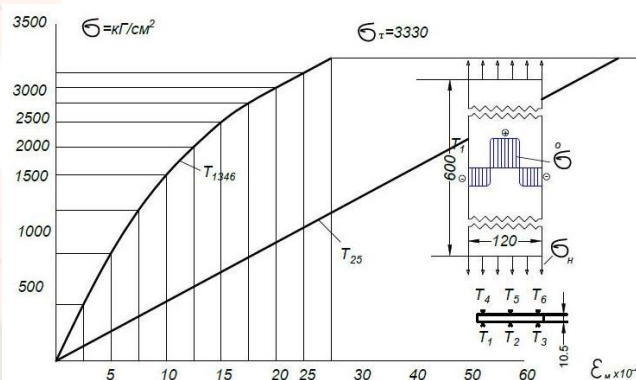
Юклама секин-аста, босқичма-босқич, тахминан 2,5 т орасида берилди. Ҳар бир босқич уч мартадан ҳар бирида 0,5 т юклама юклаб қайтарилган.

Намунани юклаш ва юқдан бўшатиш жараёнида, 1 ва 2 нукталарнинг ўзаро кўчишини ўлчовчи асбобда қандайдир ноодатий ҳолат кузатилган.

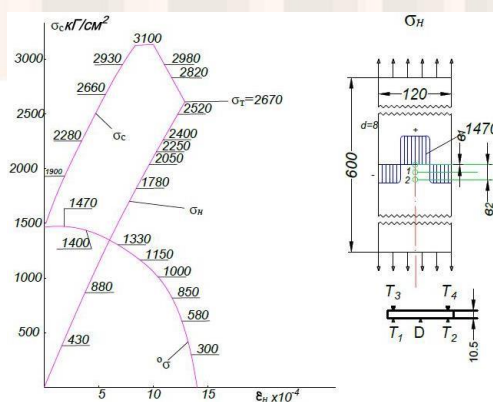
Юкламаларнинг биринчи босқичида, усқуна P_n юклама ортишига кўрсатмаларни пропорционал орттирган ва юклама олинганда, бошланғич кўрсатма – нолга қайтган. Кейин юкламанинг айрим босқичида, кўрсаткичларнинг ортиши юклама кўрсаткичлари ортишидан ортда қола бошлади, ва шу билан бир вақтда, усқуна шкаласида нолнинг кўрсаткичлар камайиши томонига кўчиши юз берди. Ниҳоят, P_n юклама ортганда, усқуна кўрсаткичлари ўзгаришсиз қолган ҳолат юз берди, лекин нол айрим барқарор катталиққа пасайишни давом эттирди. Бундай ҳолат қоида бўйича, P_n юкламанинг ҳар бир босқичининг биринчи



4-Расм



2-расм



3-расм

юкламасида кузатилди. Агарда, P_n нинг бир даражасида юклаш ва юкдан бўшатишни кўп марта қайтарилса, у ҳолда кўрсаткичларнинг ноли ва максимуми доимий бўлиб қолган. P_n юкламанинг кейинги даражагача ортишида, кўрсаткичлар ноли ва максимумининг бундай “хулқи” қайтарилган. Демак, қолдиқ кучланишли ва цилиндрсимон тешикли намуна-пластинкани чўзишда 1 ва 2 нуқталар орасидаги масофаларни ўзаро ўзгаришини ўлчовчи ускуна бир вақтнинг ўзида икки йўналишда – кўрсаткичларнинг ортиши ва камайиши томонларига ишлаган. Унинг бундай икки томонламали ишлаши 1 ва 2 нуқталар орасидаги метал толасида деформацияларнинг фақат икки томонламали кечиши билан тушунтирилиши мумкин. Ускуна кўрсаткичларининг ортиши 1 ва 2 нуқталар орасидаги масофанинг ортишига мос ва намунани чўзувчи P_n юклама таъсири билан ҳосил бўлган. Нолнинг ускуна кўрсаткичлари камайиши томонига кўчиши эса, 1 ва 2 нуқталар орасидаги масофанинг қисқаришига мос ва 1 ва 2 нуқталар орасидаги метал толадаги қолдиқ кучланишлар катталигининг камайиши билан ҳосил бўлган. Шундай қилиб, тешик ёрдамида қолдиқ кучланишларнинг релаксация катталикларини ажратиш ва ўлчаш мумкин бўлди.

Синовларнинг якуний натижалари 3 ва 4-Расмларда σ ва ϵ_n ўқлардаги икки турдаги диаграммалар кўринишида тасвирланган. Диаграмманинг биринчи турини кўриб чиқамиз. Намуна-пластинкага ташқи юкламани кўйишдан аввал, 1 ва 2 нуқталар орасидаги толада қолдиқ кучланишлар 1470 кг/см^2 га тенг эди. 1900 кг/см^2 га тенг кучланишларнинг йиғинди қийматларида σ_c қолдиқ кучланишлар пасайиши бошланди ва ташқи кучларнинг барча кейинги босқичларида ўзгаришсиз давом этди. Металнинг нисбий узайиши ϵ_n тахминан $14 \cdot 10^{-4}$ да, қолдиқ кучланишлар тўлиқ йўқолиб қолди. Бу вақт давомида йиғинди кучланишлар 3100 кг/см^2 қийматгача кўтарилди, сўнгра эса 2670 кг/см^2 гача кескин камайди, бу метал намунаси текучестлиги чегарасига мос келади. Йиғинди кучланишларнинг максимал қиймати текучестлик чегарасидан тахминан 16% га юқоридир, буни қолдиқ кучланишларнинг метал упруго-пластик хусусиятларига таъсири билан тушунтириш мумкин ва бу шу турдаги диаграмманинг ўзига хослигидир.

Иккинчи турдаги диаграммани кўриб чиқамиз. Бу ерда қолдиқ ва йиғинди кучланишларнинг тақсимланиш тасвири бир мунча бошқача. Намунанинг юклашнинг бошида, 1 ва 2 нуқталар орасидаги метал толасидаги қолдиқ кучланишлар 720 кг/см^2 га тенг, сўнгра ташқи кучлардан кучланишларнинг ортиши билан улар 410 кг/см^2 га ошиб, 1130 кг/см^2 га етди, бундан кейин тўлиқ йўқолгунча камая бошлади. Ташқи кучлардан кучланишларнинг ортиши билан, қолдиқ кучланишларнинг бундай ортиши бдастлабки назарда кам эҳтимолий ҳолдир. Бу ҳолат, фаразимишча, қолдиқ кучланишларнинг қайта тақсимланиши билан тушунтирилади. Бу ҳолат фақат намуналарда эмас,

балки кўприк конструкциялари элементларида ўтказилган тажрибаларимизда кўп кузатилган.

Демак, пластик пўлатдан тайёрланган намуна-пластинкаларда қолдиқ кучланишлар релаксацияси экспериментал очиб берилди ва 3,4-Расмларда ифодаланди. Ҳақиқатдан, (2) тензор талабларига жавоб берувчи қолдиқ кучланишларнинг емирилиш босқичининг ҳосил бўлиши бошланишигача тўлиқ йўқолади, шунинг учун материалнинг чўзилишга ишлашида чидамлилиқнинг камайтира олмайди.

Хулосалар

1. Қолдиқ кучланишлар релаксацияси цилиндрсимон тешик четларида ҳосил бўлувчи упругий деформациялар бўйича ўлчаниши мумкин.

2. Релаксацияни ҳисобга олмасдан, қолдиқ кучланишларнинг чидамлилиқка таъсирини ҳисоблаш мумкин эмас.

3. Синалган намуналарда қолдиқ кучланишлар $14 \cdot 10^{-4}$ га тенг ташқи кучларда нисбий чўзилишда тўлиқ йўқолди.

4. Қолдиқ кучланишлар ва ташқи кучлар кучланишларидан тузилган кучланишларнинг йиғинди қийматлари – метал текучестлиги чегарасидан сезиларли ортиши мумкин.

5. Қолдиқ кучланишлар релаксацияланиб, алоҳида ҳудудлар ва кесим нуқталарида ўз ўлчамларини кўпайтириши мумкин.

6. Қолдиқ кучланишлар қайтмас хусусиятига эга ва шу билан ташқи кучлар таъсирида пайдо бўлган кучланишлардан радикал фарқланади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Смирнов А. Ф., Александров А. В., Монахов Н.И. и др.
2. Сопротивление материалов. Трансжелдоризат, 1961.
3. Евграфов Г. К. и Осипов В. О. Содержание и реконструкция мостов."Транспорт", 1964.
4. Мальцев П.В. Об. опасном остаточном напряженном состоянии в точке упругого тела. Сб. трудов МИИТ № 131, под ред. А. Ф. Смирнова. Трансжелдориздат, 1961.
5. Мальцев П.В. Анализ экспериментов по развитию трещин с заданными траекториями. Сб. трудов МИИТ № 155, под ред. А.Ф. Смирнова. Трансжелдориздат, 1962.
6. Мальцев П.В. Определение главных напряжений в пластинке методом сверления. Сб. трудов МИИТ № 77, под ред. Г.К Евграфова и Н.М. митропольского. Трансжелдориздат, 1960.
7. 6.Пирназаров, Г. Ф., & угли Озоджонов, Ж. Т. (2022). НО КОНСЕРВАТИВ КУЧЛАР БИЛАН ЮКЛАНГАНДА СТЕРЖЕНЛАРНИНГ

БАРҚАРОРЛИГИ ҲАҚИДА. AGROBIOTEKNOLOGIYA VA VETERINARIYA
TIBBIYOTI ILMIY JURNALI, 2, 7-12.

8. Tursunnazar o'g'li, O. J., & Ilhom o'g'li, M. E. (2023, May). ODDIY
FERMA STERJENLARIDA QO'ZG'ALMAS YUKLAR TA'SIRIDAN
ZO'RIQISHLARNI TOPISH, ODDIY FERMA STERJENLARIDAGI
ZO'RIQISHLARI UCHUN TA'SIR CHIZIQLAR QURISH VA ULARNI BERILGAN
YUK BILAN YUKLASH. In International Conference on Research Identity, Value
and Ethics (pp. 262-268).

