

Գ.Լ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Մ.Ա. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Հ.Հ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ, Հ.Գ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ
ԿՈՆԱԿԱՆ ՄԱՄԼԱՄԱՅՐՈՒՄ ԲԱՐԱԿԱՊԱՏ ԵՌԱԿԱԼՎԱԾ ԽՈՂՈՎԱԿԻ ՏԱՔ
ՄԱՄԼՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ «ABAQUS» ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ
ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

Բարակապատ եռակալված խողովակի տաք մամլման գործընթացը մոդելավորվել է «ABAQUS»-ում: Ըստ օգտագործված մեթոդի՝ սկզբում ավտոմատացված ծրագրային միջավայրում (ԱԾՄ) խողովակի դեֆորմացման գործընթացի մոդելավորումն իրականացվում է հոծ նյութի սխեմայով՝ դրա տարբեր սկզբնական պատի հաստությունների և խտությունների համար: Ստացված լարվածադեֆորմացիոն վիճակի բազմաթիվ տվյալներից վերլուծվում են միայն համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիաների գոտիների տվյալներով կազմված խողովակի տարբեր դեպքերի դեֆորմացման սխեմաները:

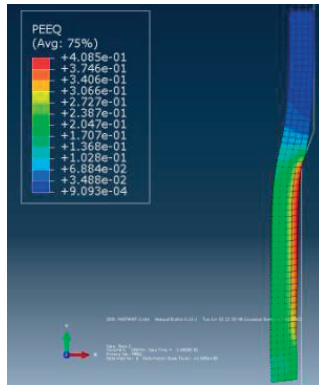
Առանցքային բառեր. բարակապատ խողովակ, տաք մամլում, եռակալված նյութ, համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիա:

ԱԾՄ-ի օգտագործմամբ ճարտարագիտական խնդիրների մոդելավորումը հնարավորություն է տալիս ստանալ կարճ ժամանակում բավական մեծ ճշտությամբ արդյունքներ: Ընդ որում, խնդիրների լուծումները կարող են լինել ինչպես առաձգական դեֆորմացիաների (ամրության հաշվարկման), այնպես էլ պլաստիկ դեֆորմացիաների (տեխնոլոգիական) սահմաններում: ԱԾՄ-ի օգտագործման նպատակահարմարությունն ապացուցվել է բազմաթիվ գիտագործնական աշխատանքների արդյունքներով: Մասնավորապես, կարելի է նշել հեղինակային խմբի կողմից «ABAQUS»-ի միջավայրում կատարված [1,2] աշխատանքները: Երբեմն, կախված խնդիրների տեսակից, դրանց լուծումներում օգտագործվում են վերլուծական եղանակի և ԱԾՄ-ի [3] կամ երկու տարբեր ԱԾՄ-ի համադրման մեթոդները [4]: [5, 6] – ում «ABAQUS» ԱԾՄ-ում լուծվել են գործնականում մեծ նշանակություն ունեցող, հոծ նյութերի մոդելի հիման վրա ստացված տվյալներին համապատասխան եռակալված նախապատրաստվածքներից ստացված արտադրանքի ծակոտկենություն որոշման խնդիրներ: Սակայն գրականության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ բավականին քիչ են աշխատանքները եռակալված նյութերից պատրաստված խողովակների բարձր ջերմաստիճաններում մշակման տեխնոլոգիական խնդիրների մոդելավորման վերաբերյալ: Դրա հիմնական նյութերի սողքի տեսության օգտագործման բարդությունը և եռակալված նյութերում ծակոտկենության առկայությունն են: Այսինքն՝ այդ խնդիրների լուծման համար առաջանում է անհրաժեշտություն՝ հոծ նյութերի սողքի դասական տեսության փոխարեն օգտագործել ծակոտկեն նյութերի պլաստիկության տեսության հիման վրա մշակված սողքի տեսության մոդելը [4]: Դրա օգտագործումը, բավական նոր լինելուց բացի, կապված է նաև մեծ դժվարությունների հետ նոր փո-

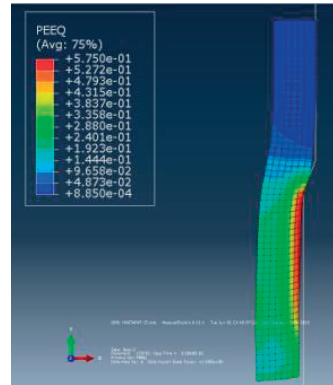
փոխականների՝ դեֆորմացման ջերմաստիճանի, սողքի դեֆորմացման արագության և ծակոտկենության հաշվառման պատճառով: Հետևաբար, այդ ուղղությամբ կատարվող աշխատանքները բավականին արդիական են:

Աշխատանքի նպատակն է բացահայտել խողովակի պատի հաստության մեծության ազդեցությունը տեխնոլոգիական գործընթացի պարամետրերի վրա:

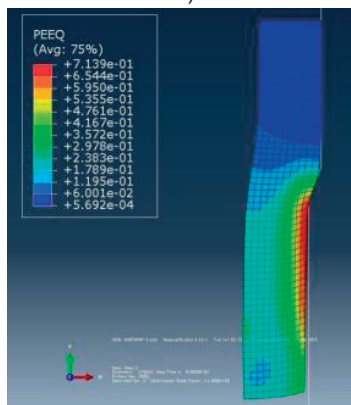
Խնդրի լուծման համար տրվում են մամլամայրի կոնականության անկյան $\varphi = 14^\circ$, շփման գործակցի $f = 0.1$, նախապատրաստվածքի և արտադրանքի տրամագծերի $D = 24 \text{ մմ}$ և $d = 22 \text{ մմ}$, խողովակների պատի տարբեր սկզբնական հաստությունների ($\delta = 2, 3.5, 5, 7$ և 9 մմ), դրանց նյութի խտության $\gamma = 8000 \text{ կգ/մ}^3$, Յունգի մոդուլի $E = 210000 \text{ ՄՊա}$, Պուասոնի գործակիցի $\mu = 0.3$, սկզբնական հարաբերական խտության $\rho = 0.8$ (ծակոտկենությունը 20%), դեֆորմացման ջերմաստիճանի $T = 800^\circ\text{C}$ և սողքի դեֆորմացման արագության $\xi = 1,0 \text{ c}^{-1}$ մեծությունները: Ընդ որում, վերջիններն ընտրվել են $(800^\circ\text{C} \leq T \leq 1200^\circ\text{C})$ և $(0.1 \leq \xi \leq 100 \text{ c}^{-1})$ միջակայքերից: Գործընթացը մոդելավորված է SIMULIA (ABAQUS) ծրագրային միջավայրում վերջավոր տարրերով կազմված ցանցի հետևյալ պարամետրերի առկայությամբ. հանգույցների քանակը՝ 391, տարրերի քանակը՝ 327, քառանկյուն տարրերի տիպը՝ CAX4R և քանակը՝ 327: Նշենք նաև, որ նյութի վիճակի հավասարման արժեքները, կախված համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիայի մեծություններից, հետևյալն են. $60,8 - 0, 60,8 - 0.05, 72,4 - 0.1, 80,2 - 0.15, 86,2 - 0.2, 91,2 - 0.25, 95,5 - 0.3, 99,3 - 0.35, 102,7 - 0.4$: «ABAQUS» ԱԾՄ-ում մոդելավորմամբ ստացվել են խողովակի տաք մամլման դեպքում լարվածային վիճակի բոլոր բաղադրիչների փոփոխման գոտիների բազմաթիվ ուշագրավ տվյալներ: Սակայն այստեղ բերենք միայն ε_{eq} - համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիայի տվյալներով խողովակների պատի տարբեր սկզբնական հաստությունների (2.0, 3.5, 5.0, 7.0 և 9.0 մմ) դեպքում դրանց դեֆորմացման սխեմաները (նկ. 1-ի ա, բ, գ, դ, ե), նկ. 1-ի գ-ում՝ $\delta = 9.0$ մմ պատի հաստության խողովակի տարածական տեսքի $\frac{3}{4}$ մասը և համառոտ վերլուծենք դրանք:



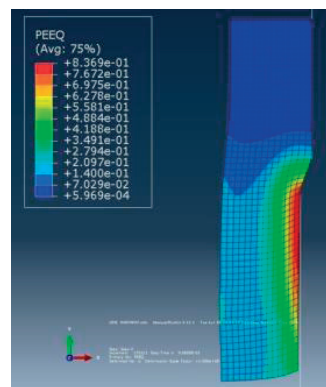
ա)



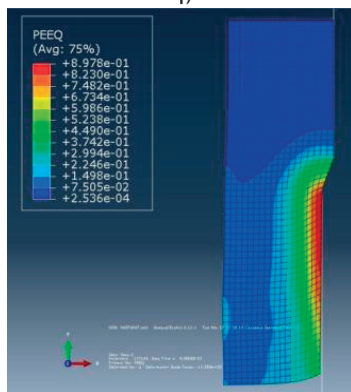
բ)



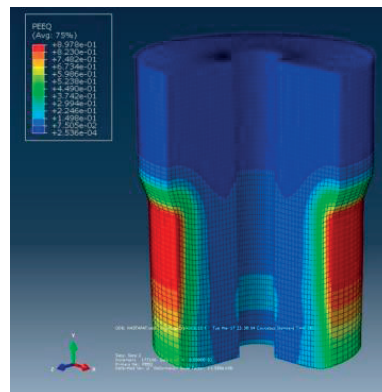
գ)



դ)



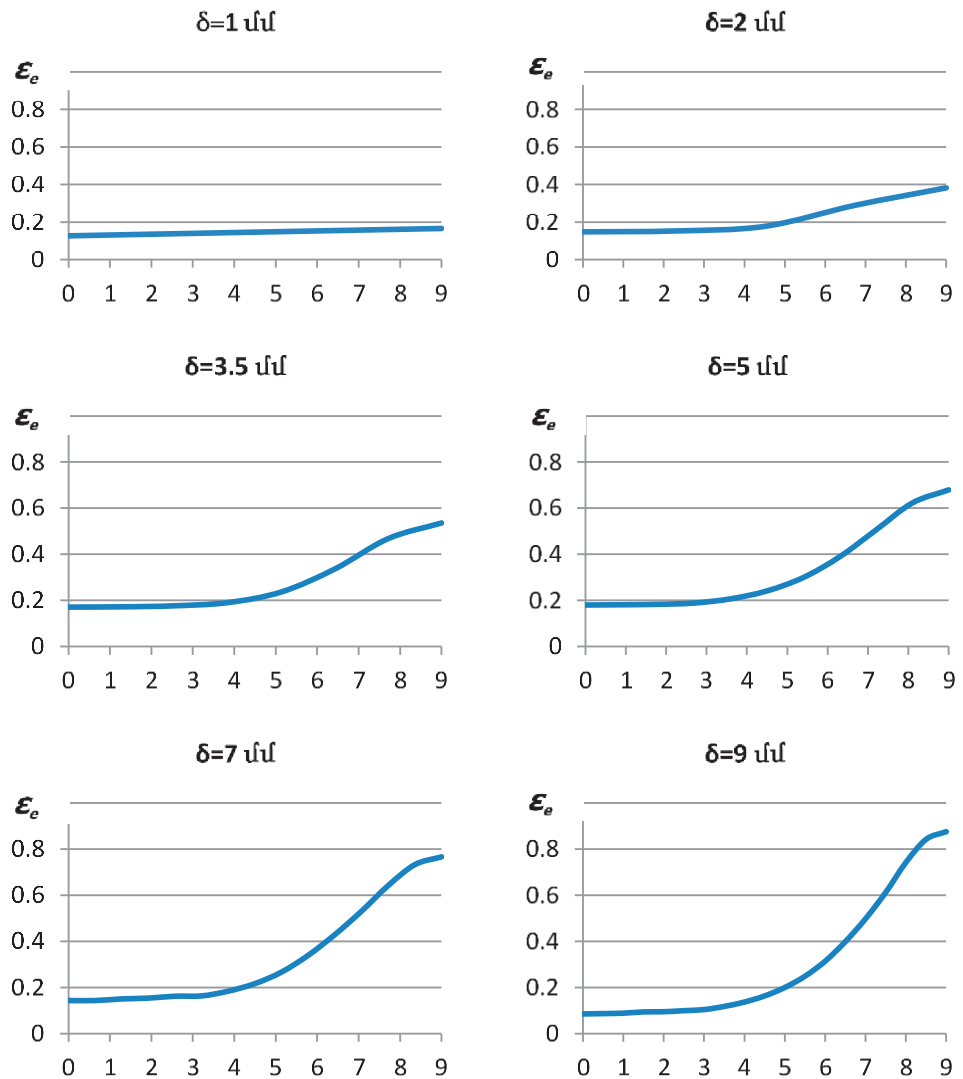
ե)



զ)

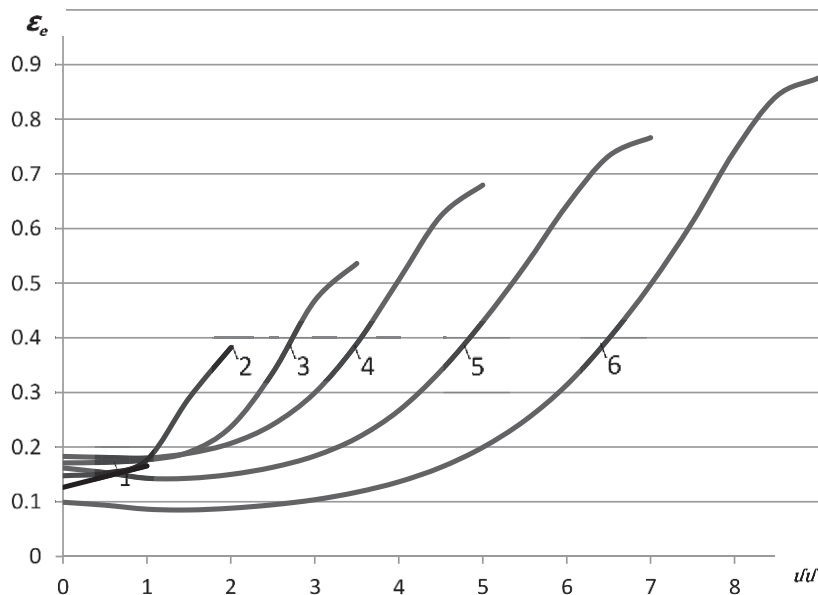
Նկ. 1. Համաժեշտային պլաստիկ դեֆորմացիայի տվյալներով խողովակների պարի տարրեր սկզբնական հաստությունների դեպքում դրանց դեֆորմացման սխեմաները.
 $\omega - \delta = 2.0$, $\rho - \delta = 3.5$, $q - \delta = 5.0$, $\eta - \delta = 7.0$, $\varepsilon - \delta = 9.0$, q -ում ցույց է տրված $\delta = 9.0$ մմ պարի հաստության խողովակի տարածական տեսքի $\frac{3}{4}$ մասը

Նկ. 2 և 3-ում ցույց են տրված համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիայի փոփոխման արժեքները խողովակների պատի հաստության տարբեր կետերում, երբ դրանց սկզբնական հաստություններն են 2.0, 3.5, 5.0, 7.0 և 9.0 մմ:



Նկ. 2. Համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիայի արժեքները խողովակների պատի հաստության տարբեր կետերում (0 – ն դրանց ներսի, իսկ 9-ը՝ մամլամայրի հեղ հպման կետերն են)

Ընդ որում, տվյալները վերցված են խողովակների կոնական մամլամայրից դուրս գալու հատույթներում, որտեղ տեղի ունի խողովակների լարվածադեֆորմացիոն վիճակի բաղադրիչների համակենտրոնացում:



Նկ. 3. խողովակների պատի հաստությամբ համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիայի (ε_e) մեծությունների բաշխման համեմատական գրաֆիկները, որտեղ 1-ից 6 թվերին համապատասխանում են խողովակների պատի հաստությունների 1.0, 2.0, 3.5, 5.0, 7.0 և 9.0 մմ արժեքները

Նշենք, որ տվյալ ուղղությամբ կատարվող վերլուծական աշխատանքներում ընդունվում է բարակապատ խողովակի դեֆորմացվող մասի արտաքին մակերևույթի ամբողջ կոնական մամլամայրին հպման պայմանը: Համեմատելով նկ. 1-ի ա, բ, գ, դ և զ սխեմաները՝ տեսնում ենք, որ, փոքր պատի հաստությունների դեպքերում բարակապատ - “ճկուն” խողովակները հպվում են կոնական մամլամայրի միայն մի մասին (նկ. 1-ի ա, բ, գ), իսկ հաստ պատերով խողովակների դեպքում (նկ. 1-ի դ, ե) խողովակների հպումը մամլամայրի հետ կատարվում է դրանց ամբողջ արտաքին մակերևույթով: Այսինքն՝ բարակապատ խողովակների համար ըստ ABAQUS» ԱԾՄ-ում մոդելավորման տվյալների խախտվում են հպակային պայմանները, ինչը կարող է դառնալ վերլուծական մեթոդով խնդրի լուծման արդյունքների ճշտության փոքրացման պատճառ:

Ինչ վերաբերում է խողովակների պատի հաստությամբ համարժեքային պլաստիկ դեֆորմացիաների բաշխմանը, ապա ի տարբերություն բարակապատերի (հատկապես $\delta=1$ մմ), հաստապատերում դրանք բաշխվում են բավականին մեծ անհավասարությամբ՝ դրանց արտաքին մակերևույթում տեղի են ունենում դեֆորմացիաների մեծ կուտակումներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Պետրոսյան Գ.Լ., Խաչատրյան Հ., Մոտալլեբի Ս.Ռ. Լևոնյան Հ.** Հարթ նախապատրաստվածքների սառը և տաք գլոցման գործընթացների համալիր հետազոտումը «ABAQUS» ծրագրային միջավայրում// ՀՊՃՀ(Պ) Լրաբեր. Գիտ. և մեթ. հոդվ. ժող. - Երևան, 2011.- Հ. 3, N 1.- էջ 67-72:
2. **Պետրոսյան Գ.Լ., Լևոնյան Հ.Լ., Խաչատրյան Հ.Հ.** Մեծ կորության շառավղով օղակի սահմանային բեռնվածքի որոշումը ծոռղ մոմենտի և նորմալ ուժի հաշվառմամբ// Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ГИУА "Машиностроительные технологии и техники автоматизации." – Ереван, 2012.- С. 211-215.
3. **Петросян Г.Л., Хачатрян Г.Г., Петросян А.Г.** Метод вычисления компонентов напряженного состояния процесса раскатки кольца по данным текущих геометрических параметров, полученных компьютерным моделированием// Известия НАН РА и ГИУА. Серия ТН.-2013.-Т. 66, N1.- С. 28-34.
4. **Պետրոսյան Գ., Խաչելյան Ն.** «ABAQUS» ծրագրային միջավայրում շերտի հարթ դեֆորմացիայի պայմաններում նստեցման իրական գործընթացի մոդելավորումը// Հայաստանի Ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. - 2010. - Հ.7, N3.- էջ 499-502:
5. **Պետրոսյան Գ.Լ., Խաչատրյան Հ.Հ., Պետրոսյան Հ.Գ., Մարգարյան Մ.Ա.** Կոնական մամլամայրում գլանական եռակալված ձողի հակաճնշմամբ մամլման գործընթացի «ABAQUS»-ով մոդելավորումը // ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժաղովածու. - Երևան, 2015. – Մաս 2.- էջ 295-301:
6. Моделирование процесса прессования круглого стержня в конической матрице в условиях больших противодавлений /**Г.Л. Петросян, Г.Г. Хачатрян, М.Б. Сафарян и др.**// Вестник НПУА: Механика, машиноведение, машиностроение.- Ереван, 2015.- N1. - С. 26-35.

Գ.Լ. ПЕТРОСЯН, М.А. МАРГАРЯН, Г.Г. ХАЧАТРЯН, А.Г. ПЕТРОСЯН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ТОНКОСТЕННОЙ СПЕЧЕННОЙ ТРУБЫ В КОНИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ "ABAQUS"

Процесс горячего прессования тонкостенной спеченной трубы моделирован в среде "ABAQUS". Согласно использованному методу, вначале в автоматизированной программной среде осуществляется моделирование процесса деформирования трубы по схеме сплошного материала для различных начальных толщин стенок и плотностей. Из полученных многочисленных данных напряженно-деформированного состояния анализируются только схемы различных случаев деформирования трубы, составленных по данным поясов эквивалентной пластической деформации.

Ключевые слова: тонкостенная труба, горячее прессование, спеченный материал, эквивалентная пластическая деформация.

**G.L. PETROSYAN, M.A. MARGARYAN, H.H. KHACHATRYAN,
H.G. PETROSYAN**

**MODELING THE PROCESS OF HOT EXTRUSION OF THE THIN-WALLED
SINTERED TUBE IN A CONICAL MATRIX IN THE AUTOMATED
SOFTWARE ENVIRONMENT ABAQUS**

The process of hot extrusion of a sintered thin-walled pipe is modeled in the environment "ABAQUS". According to the used method: at first, in the ASE, modeling of the deformation of the pipe by the scheme of a solid material for various initial wall thicknesses and densities is carried out. From the obtained numerous data on the stress-strain state scheme, only various cases of deformation of the pipe are analyzed, compiled by the data of the zones of equivalent plastic deformation.

Keywords: thin-walled tube, hot extrusion, sintered material, equivalent plastic deformation.

ՀՏԴ 621.762, 620.10

Ա.Ղ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

**ԿԼՈՐ ՀԱՏՈՒՅԹՈՎ ՆՄՈՒՇԻ ԶԳՄԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐՈՒՄ ՆՅՈՒԹԻ
ԾԱԿՈՏԿԵՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՇԽՄԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Որոշվել են կլոր հատույթով նմուշի վրա մինչև վզիկի առաջանալը և դրանից հետո վզիկի փոքրագույն հատույթի տարբեր կետերում նյութի ծակոտկենության արժեքները: Ստացված թվային տվյալները ցույց են տալիս, որ նմուշի վտանգավոր կետը վզիկի փոքրագույն հատույթի կենտրոնն է, որտեղից սկսվում է նմուշի քայքայումը: Կատարվել է համեմատություն գրականության մեջ առկա տվյալների հետ:

Առանցքային բառեր. ծակոտկենություն, համասեռ դեֆորմացիա, վզիկ, կլոր հատույթով նմուշ, ծավալային լարվածային վիճակ, նյութի դեֆորմացման գրաֆիկ:

Ներածություն: Կլոր հատույթով նմուշների առանցքային ձգման փորձարկումը նյութի մեխանիկական հատկությունների որոշման ամենակարևոր մեթոդն է: Սակայն առանցքային ձգման ժամանակ նմուշի համասեռ դեֆորմացումը կատարվում է միայն պայմանական փոքր պլաստիկ դեֆորմացիաների դեպքում՝ մինչև նմուշի վրա վզիկի առաջանալը, որից հետո փոխվում է նմուշի լարվածային վիճակը. այն միառանցքայինից դառնում է եռառանցքային, տեղի է ունենում լարումների համակենտրոնացում, և խնդրի լուծումը բավականին բարդանում է: Վզիկի ամենափոքր հատույթի տեղամասում առաջ են գալիս պլաստիկ մեծ դեֆորմացիաներ, հոծ նյութում եղած սկզբնական միկրոծակոտկենությունը մեծանում է, ոչ մետաղական մասնիկների (ներխառնուկների) մեջ առաջանում են լրացուցիչ ծակոտիներ, որոնք միմյանց միանալով՝ գոյացնում են ճաքեր, և նմուշը քայքայվում է: