

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАРНИ ДЕФОРМАЦИЯЛАШДА КУЧЛАНГАН-ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАН ХОЛАТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ**Ахмадалиев Шохрух Шухратович***Олмалик давлат техника институти “Технологик машиналар ва жиҳозлар” кафедраси*

Аннотация. Муаллифлар композицион материалларнинг деформациясини ўрганишда қўлланиладиган моделлаштириш усулларига эътибор қаратиб, бунда асосий мақсад прототипга ўхшаш деформация майдонини (жараён кинематикасини) олиш эканлигини кўрсатадилар. Экспериментал таҳлил усуллари, жумладан, координаталар тўри, кутблантириш-оптик, Муар ва визиопластик усуллари кўриб чиқилади, уларнинг афзалликлари ва камчиликлари таҳлил қилинади. Шунингдек, қаттиқликни ўлчаш асосида кучланганлик-деформацияланган ҳолатни тадқиқот қилиш усули ва унинг чекланишлари келтирилади.

Калит сўзлар: композицион материаллар, деформация, моделлаштириш.

Кириш. Замонавий техника ва технологияларнинг шиддат билан ривожланиши композицион материалларга бўлган талабни оширмоқда. Композицион материаллар юқори мустаҳкамлик, қаттиқлик, энгиллик ва бошқа функционал хусусиятларни бирлаштириб, авиация, автомобильсозлик, қурилиш ва тиббиёт каби кўплаб соҳаларда анъанавий материалларни муваффақиятли равишда алмаштирмоқда.

Композицион материалларнинг эксплуатацион ишончилиги ва узоқ умр кўришини таъминлаш учун уларнинг механик хусусиятларини, хусусан, деформацияланиш жараёнидаги хатти-ҳаракатини чуқур ўрганиш катта аҳамиятга эга. Композицион материалларнинг мураккаб, кўп фазали тузилиши, уларнинг анизотропияси (хусусиятларнинг йўналишга боғлиқлиги) ва таркибий қисмлар (матрица ва арматураловчи толалар/зарралар) орасидаги ўзаро таъсир деформация механизмларини оддий (бир жинсли) материалларга нисбатан анча мураккаблаштиради.

Назарий ҳисоб-китобларни қўллаш мумкин бўлган сабаблардан бири бўлиб таҳлил натижаларининг амалдаги кўрсаткичларга ва экспериментал тадқиқот натижалари билан ўхшашлигини кўрсатиш мумкин. Шундан келиб чиққан ҳолда асосий роль экспериментал тадқиқотларга тегишлидир.

Экспериментал тадқиқотларни ўтказиш моделлаштириш масалаларига боғлиқдир.

Пластик деформация жараёнларини моделлаштиришнинг асосий мезони пластиклик назарияси тенгламасининг таҳлилидан ва шаклўзгартириш жараёнларининг кинематик хусусиятларини ўлчаш имкониятларидан келиб чиқади.

Реология бўйича прототип материалга мос келмайдиган материални моделлаштириш жараёнида қўлланилишидаги моделлаштиришнинг асосий вазифаси – прототипга ўхшаш деформация майдонини

олишдир (жараён кинематикаси). Бу вазифани ечиш учун унга мос чегаравий шартларни танлай билиш лозим. Бунда модель функциялари фақатгина жараённинг кинематик хусусиятларини аниқлаб бериши лозим. Прототипдаги кучланишларни аниқлаш учун пластиклик назарияси тенгламаларида табиий жараёни ўтишидаги муайян термодинамик шароитларда прототип материалнинг тадқиқотлар натижасида олинган ўлчанган қийматларидан фойдаланиш лозим. Бундай усул кучланишларни аниқлашдаги хатоликларни минималлаштиради.

Моделлаштириш жараёнида энгил деформацияланувчи материаллардан фойдаланилади. Бундай металлларга хар-хил қотишмали кўрғошинлар, мум, махсус полимерлар ва бошқалар киради.

Металларни босим билан ишлов бериш жараёнида металл мураккаб шаклўзгартириш ҳолатига учрайди. Бунда кучланган-деформацияланган ҳолат таҳлилининг табиий жараён ўтишини соддалаштирувчи гипотезаларини қўлламасдан амалга ошириб бўлмайди. Шунинг учун бизга экспериментал тадқиқотлар натижалари керак бўлади. Улар кучланган-деформацияланган ҳолатни аниқлашдаги таҳлилий усул асоси бўлиб хизмат қила олади. Экспериментал тадқиқот усуллари ва уларни сиқиб чиқаришли штамплаш жараёнини ўрганишда қўлланилишини кўриб чиқамиз.

Деформацияларни экспериментал таҳлил усуллариининг энг кенг қўлланиладигани бу бўлувчи ёки координаталар тўри ва унинг турлари ҳисобланади. Бу усул шундан иборатки, бошида бўлинган заготовканинг меридиан юзасига координаталар тўри чизиб олинади. Деформацияланиш жараёнида координаталар тўри қийшайди ва ана ўша координаталар тўрининг қийшайишлари асосида металл оқими тадқиқот қилинади. Тўр ячейкаси билан чегараланган хажм доирасида жисм изотроп, деформация эса биржинсли ҳисобланади.

Демак, деформацияланган холатнинг олинган хусусиятлари ўртача ҳисобланади ва нисбий катта бўлмаган ҳажмда ячеяка марказига келтирилади ва локал деб қабул қилинади. Бундай локал хусусиятни тўғрилигини аниқлаш деформация биржинсли эмаслик даражасига боғлиқ. Бу усулнинг камчилиги меҳнат сарфининг юқорилигидир.

Деформацияларни ва кучланишларни кутблантириш-оптик усули тиниқ материалларнинг мажбурий анизотропик таъсирдан фойдаланишига асосланган. Бу усулни кўра олиш мумкин ва у юқори аниқликга эга. Аммо оптик фаол ва реал материалларнинг ўхшаш хусусиятларини таъминлашни қийинлиги пластик оқимини моделлаштириш сифатини ва ишончлилигини пасайтиради.

Хозирги кунда деформацияланган холатни тадқиқот қилишнинг кенг қўлланилаётган усуллардан бири - бу Муар усулидир. У координаталар тўри ва кутблантириш-оптик усулларининг орасида жойлашган. Муар таъсири усули билан деформацияни тадқиқот қилишда деформацияланаётган жисмнинг ясси кесимларига муайян геометрияли растр чизилади. Деформация чоғида жисмнинг нуқталари харакатланади ва уларга боғлиқ бўлган чизиклар ўзларининг шакллари ва холатини ўзгартиради. Унинг устига бошланғич тўрни қўядиган бўлсак, кетма-кет келадиган қора ва оқ муар чизиклари вужудга келади. Бу усулнинг камчилиги шундаки, намуна юзасига растр тўрларини чизиш ва намуна кесимини яссилигини таъминлаш қийин.

Томсон ва унинг ҳамкасблари томонидан келтирилган визиопластик усули координаталар тўри ёрдамида тезликларнинг вектор майдони ўрнатилади. Координаталар тўри эса намуналар таркибий қисмларининг оралиғига қўйилади ва унинг асосида кучланишларни аниқланади. Тўр чизилган текислик ҳар бир деформациядан сўнг расмга олинади. Тўрнинг эгилиши асосида деформация аниқланади. Уларнинг Δt вақт ичида силжиганига қараб деформация тезлиги аниқланади. Бу усулнинг камчилиги сифатида шуни айтишимиз мумкинки ҳар бир тўрнинг эгилишини расмга олиш учун жараёни тўхтатишга тўғри келади. Бу эса контакт

юзалардаги ишқаланиш шароитини ўзгаришига олиб келади. Кўп кучланишлар остида деформациянинг реал холати ўзгариб кетади ва олинган натижаларнинг хатолик даражасини деярли аниқлаб бўлмайди.

Пластик соҳада қаттиқликни ўлчаш асосида кучланганлик-деформацияланган холатни тадқиқот қилиш усули исталган кучланган холат учун HV қаттиқлик ва δ_1 кучланиш жадаллиги орасида берилган материал учун ягона боғлиқлик борлиги эҳтимолига асосланган.

δ_1 (HV) қияликларининг олинган графиклар орасидаги жуда катта фарқни оралик кучланишларга эга бўлган монотон (текис) бўлмаган юкланишларда кўришимиз мумкин. Шу нарса аниқланганки, Баушингар эффекти вужудга келиш шароитларида тесқари ишорага эга бўлган деформациянинг қаттиқлиги Баушингер деформация чегарасида ўзгаради. Деформациянинг давомийлиги қаттиқлик ва монотон юкланишдаги каби деформация жадаллиги орасидаги боғлиқликка олиб келади.

Бу усулнинг камчилиги мустаҳкамланмайдиган металлларда ва иссиқ холда штампланиш шароитларида қўллаб бўлмайди. Шунинг учун қаттиқлик усулини бошқа усуллар билан биргаликда қўллашади.

Металлларга босим билан ишлов бериш жараёнини танлашда, бундан ташқари болғалаш-штампланиш жиҳозини лойиҳалашда ва танлашда деформация кучланиши, иши ва кувватини аниқлашимиз лозим бўлади. Бундан ташқари бу кўрсаткичлар штамп ускунасини мустаҳкамлиги, турғунлиги ва битта технологик ўтишда максимал деформация даражасини аниқлаб беради.

Хулоса. Шундай қилиб, деформацияланган-кучланганлик холатини тадқиқот қилишнинг экспериментал усулларини қўллаб, моделлаштириш қонунларидан тўғри фойдаланилаган холда, биз таҳлил натижаларини назарий усуллар ёрдамида тасдиқлаш ва аниқлаштиришимиз мумкин. Юқорида келтирилган маълумотлардан келиб чиққан холда тадқиқотнинг экспериментал-таҳлилий усулларини қўллаш сиқиб чиқаришли штампланиш таҳлил қилишда мақсадга мувофиқ бўлади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Власов А. В. и др. Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки : учебное пособие / А.В. Власов. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. - 383 с. - ISBN 978-5-7038-5101-2. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/374798/reading>.
2. Ковка и штамповка: справочник : в 4 т. / под ред. Е. И. Семенова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 2010. - 24 см.; ISBN 978-5-217-03459-8. Т. 1: Материалы и нагрёв. Оборудование. Ковка / А. Ю. Аверкиев, [и др.]; Общ. ред. Е.И. Семенов. - 2010. - 717 с. - ISBN 978-5-217-03460-4.

- Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Исмаилов Ж.Б., Нуралиев О.У., Акромов У.А., Чориев Х.И.** Термодинамический анализ процессов восстановления оксидов металлов конвертерного шлака клинкером 172
- Марданова Ю.У., Камалова Д.И., Абед Н.С.** Исследование структуры полупроводниковых композиционных полимерных материалов на основе полиметилметакрилата методом ИК-спектроскопии..... 176
- Jalilov Sh.N., Karomatov S., Safarov A.R.** Mochevino-formaldegid smolasini kraxmal, melamin va PVX asosida modifikatsiyalab olingan yelimlovchi-bog'lovchilarning fizik-kimyoviy tahlil usullarini o'rganish..... 179

6. Проблемные обзоры

- Нормаматов А.М., Эркаев А.У., Эркаева Н.А., Шамаксудова Д.С. Бобокулов А.Н.** Сув тозалаш иншооти чўкиндисини комплекс қайта ишлаш 181
- Абед Н.С., Негматов С.С., Сергиенко В.П., Бухаров С.Н., Косимов Ш.Б., Туляганова В.С., Шамсиева С.С., Эшқобилов О.Х., Джабаров Б.Т.** Влияние электропроводящих и полупроводниковых наполнителей на электризацию полимерных покрытий при трении с хлопком-сырцом 185
- Mamirov A.M., Olimov L.O.** Granullangan kremniy nanozarralarini qarshilik vositasi bilan qizdirib birlashtirish orqali kremniy sirtida metallokompozit omik kontaktlar hosil qilish muammolari va yechimlari 188
- To'xtayev S.A., Amonov M.R., Axmedov M.M.** Neft-gaz sanoatida qo'llanilgan kompressor moylarini sorbentlar asosida tozalash 191
- Рахимова М.Ш., Томилин Д.В.** Разработка коллекции женских жакетов сложных форм с учётом физико-механических свойств тканей 194
- Ахмедов Р.Т.** Композиционные материалы в создании функциональных и декоративных меховых изделий 199
- Ахмадалиев Ш.Ш.** Композицион материалларни деформациялашда кучланган-деформацияланган холат экспериментал тадқиқот усулларининг таҳлили 202
- Очилдиев К.Т., Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Исмаилов Ж.Б., Нуралиев О.У., Акромов У.А., Чориев Х.И.** Механизм взаимодействия конвертерного шлака и клинкера при восстановлении оксидов металлов 204
- Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Негматов С.С., Абед Н.С.** Исследования состояния и анализ полимерных связующих применяемых в производстве древесно-пластиковых плитных материалов 206
- Rahmonova M.S., Eshqobilov O.X.** Lok-bo'yoq materiallar va ularning tarkibidagi to'ldiruvchilarni xossalriga ta'siri 209
- Дадаходжаев А.Т., Рахматов У.Н., Абдуллаева Д.К., Собитов О.С., Мусабаев Д.Т.** Ресурсосберегающая технология получения микроудобрения -гептагидрата сульфата цинка 211
- Юсупов А.А., Райимкулов С.Х., Сайфуллаев Ж.Ж.** Методы формовки труб большого диаметра и перспективы расширения производственных мощностей трубного производства Узбекистана 212
- Абдалимов Д.О., Тураходжаев Н.Дж., Чоршанбиев Ш.М., Таджиев Н.Х., Тўраев А.Н., Парпиев Р.А.** Бронза қотишмасидан заргарлик буюмларини куйиш усуллари, нуқсонлар ва уларни бартараф этиш 215
- Jalilov Sh.N., Karomatov S., Safarov A.R.** Mochevino-formaldegid smolasini kraxmal, PVX, EPXG va melamin asosida modifikatsiyalab olingan yelimlovchi bog'lovchi kompozitsiyaning TGA/DTA hamda SEM tahlilini o'rganish 218

7. Вести из лаборатории

- Косимова М.Н.** Опытнo-производственные испытания разработанных композиций при крашении хлопко-вискозных тканей 221
- Негматов С.С., Анварова З.А., Султанов С.У.** Разработка технологического процесса и режимов получения ненаполненных композиций из ацетат целлюлозных композиций 221
- Samadova L.Sh., Yakubov M.M., Yakubov O.M., Maksudxodjayeva M.S.** Mineral va texnogen xomashyoning qiyin boyitiluvchanligini eritish usuli orqali to'liq ochish imkoniyati 223