

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

МЕХАНИКА
МУАММОЛАРИ

O‘ZBEKISTON
JURNALI

1
2018

УЗБЕКСКИЙ
ЖУРНАЛ

ПРОБЛЕМЫ
МЕХАНИКИ

Журнал под таким названием издается с января 1992 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор - акад. АН РУз Т.Р. РАШИДОВ
Зам. главного редактора - акад. АН РУз Р.Г. МАХКАМОВ
Зам. главного редактора, и.о. секретаря – докт. техн. наук, проф. Г.Х. ХОЖМЕТОВ

Члены редколлегии: докт. техн. наук, проф. А. АБДУСАТТАРОВ,
докт. физ.-мат. наук Р.А. АБИРОВ, докт. техн. наук, проф. Р.И. БАЙМЕТОВ,
докт. техн. наук Г.А. БАХАДИРОВ, докт. физ.-мат. наук, проф. А.Б. БЕГМАТОВ,
докт. техн. наук А.Д. ДАМИНОВ, докт. техн. наук, проф. А. ДЖУРАЕВ,
докт. физ.-мат. наук, проф. Н.А. КОРШУНОВА, докт. техн. наук, проф. Ш. МАМАТКУЛОВ,
докт. физ.-мат. наук, проф. Б.М. МАРДОНОВ, докт. техн. наук, проф. Э.Ж. МАХМУДОВ,
докт. техн. наук, проф. А.А. РИЗАЕВ, докт. техн. наук, проф. З. СИРОЖИДДИНОВ,
докт. физ.-мат. наук, проф. Б.Х. ХУЖАЁРОВ, докт. техн. наук, проф. А.А. ШЕРМУХАМЕДОВ,
докт. техн. наук, проф. Ш.С. ЮЛДАШЕВ, канд. техн. наук Х.С. САГДИЕВ

В работе редколлегии принимают участие:

докт. техн. наук, проф. А. АБДУЖАББАРОВ,
докт. техн. наук, проф. Е.А. ИСАХАНОВ

Адрес редакции:

100125, Ташкент, Академгородок, Дурмон йули, 31.
Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз

Телефон: + 99871 262-78-34

Факс: +99871 262-71-52

E-mail: tur.rashidov@list.ru

Редактор: Н.А. Нишонов
Технический редактор: Е.В. Ан

Журнал зарегистрирован Агентством по печати и информации Республики Узбекистан 22.12.2006 г.
Регистрационный номер 0050.

Сдано в набор 04.04.2018. Подписано в печать 30.04.2018.
Формат 60×84 ¹/₈. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл.-печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 9,4. Тираж 100. Заказ № .
Цена договорная.

Отпечатано в Минитипографии УД АН РУз:
100047, г. Ташкент, ул. акад. Я. Гулямова, 70.

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИНИНГ БУГУНИ ВА КЕЛАЖАК СТРАТЕГИЯСИ

Охириги йилларда мамлакатимиз иқтисодиётининг муҳим тармоғи бўлган темир йўл транспортини сифат жиҳатдан ривожлантириш ва замонавий талаблар асосида соҳани техник-технологик даражасини юксалтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бугунги кунда мамлакатимиз темир йўл соҳаси олдида 2017 – 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегиясида белгиланган муҳим вазифалар турибди. Ушбу вазифаларни амалга оширишда Тошкент темир йўл муҳандислари институти ҳам ўзининг салмоқли ҳиссасини қўшиб келмоқда.

Тошкент темир йўл муҳандислари институти Ўзбекистонда темир йўл учун мутахассислар тайёрлаб берадиган ягона техника олий ўқув юрти ҳисобланади. Институт бугунги кунда йирик таълим ва илм-фан маркази бўлиб, у азалий профессионал ва педагогик анъаналарига эга. Институтда мутахассислар тайёрлашнинг инновацион услубиёти устувор бўлиб, у “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ корхоналари бюртмалари бўйича лойиҳаларни рўёбга чиқаришда таълим ва ишлаб чиқариш жараёнларининг уйғунлигига асосланган.

Ҳозирда институт таркибидаги 4 та факультетда 20 та бакалавриат таълим йўналишлари ва 14та магистратура мутахассисликлари бўйича мутахассис кадрлар тайёрланмоқда. Институтда мутахассис кадрлар тайёрланадиган олий таълим йўналишлари ва мутахассисликлари классификаторидаги 8та таълим соҳалари бўйича давлат таълим стандартлари мавжуд. Давлат таълим стандартлари ўрнатилган тартибда Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирининг буйруғи билан тасдиқланган ва “Ўзстандарт” агентлигида давлат рўйхатига олинган.

2017 – 2018 ўқув йилида бакалавриатда 4310 нафар талаба бўлиб, ундан 1202 нафари давлат гранти асосида, магистратурада 146 нафар талаба, ундан 72 нафари давлат гранти асосида таҳсил олмоқда.

Институтда 23 та кафедра фаолият юритмоқда. Бугунги кунда профессор-ўқитувчилар 271 нафарни ташкил этади. Шулардан 18 нафари фан докторлари, 81 нафари фан номзодлари. Профессор-ўқитувчилар таянч олий таълим муассасалари ҳузуридаги минтақавий ва тармоқ марказларида 288 соатлик қайта тайёрлаш ва малака ошириш курсида малака оширишади.

2015 – 2017 йиллар мобайнида Россия Федерациясининг олий таълим муассасаларида 43 нафар мутахассис тайёрланган бўлиб, уларнинг 18 нафари “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги корхоналарда, 13 нафари Тошкент темир йўл муҳандислари институтида фаолият юритиб, шунингдек, 12 нафари таълимнинг кейинги босқичларида (магистратура, аспирантура, докторантура) ўқимоқдалар.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрелдаги «Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-2909-сон қарори, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 27 июлдаги «Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3151-сонли Қарори, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2017 йил 22 майдаги 304-сонли «Олий ўқув юртидан кейинги таълим тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори асосида «Олий ўқув юртидан кейинги таълим тўғрисидаги Низом», Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги, «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ, Фанлар академияси ва юқори ташкилотлардан келаётган кўрсатма ва буйруқлар асосида Тошкент темир йўл муҳандислари институтининг келгуси 2017 – 2021 йилларга мўлжалланган илмий ва педагог кадрлар тайёрлаш режаси тузилган ва уни амалга ошириш бўйича ишлар режали равишда амалга оширилмоқда.

Шу асосда илмий даража ва унвонга эга бўлган институт профессор-ўқитувчиларининг салмоғини ошириш масаласи кўрилкоқда. Ушбу муаммо илмий-педагогик кадрлар тайёрлаш кўламини кенгайтириш орқали ҳал этилади. Ҳозирда институт ходимларининг жами 31 нафари (шу жумладан, 16 нафари Россия Федерациясининг олий таълим муассасаларида) аспирантура, таянч докторантура ва докторантура босқичларида таълимни давом эттирмоқда. 2017 йил мобайнида институтнинг 9 нафар профессор-ўқитувчиси чет эл олий таълим муассасаларида малака оширдилар.

Институтда ҳозирда «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ бошқарув раисининг буйруғига асосан: «Материалшунослик ва чилангарлик», «Автоматика, телемеханика ва алоқа», «Йўл ва йўл

хўжалиги» илмий лабораториялари фаолият олиб бормоқда.

2017 йилда Ўзбекистон Республикаси раҳбарияти томонидан, 7та университетлараро илмий-тадқиқот лабораторияларини (ИТЛ) ташкил этиш учун маблағ ажратиш тўғрисида қарор қабул қилинди. Ушбу қарорга мувофиқ институтимизда «Материалшунослик ва пайвандлаш» илмий – тадқиқот лабораториясининг негизида «Материалшунослик» университетлараро ИТЛ яратилиши режалаштирилган. Режага асосан «Материалшунослик ва чилангарлик» ИТЛга 1.2 млн. АҚШ доллари миқдорида маблағ ажратилиши режалаштирилган. Ушбу лойиҳа амалга оширилиши натижасида институтда жаҳон талабларига мос келадиган илмий – тадқиқот лабораторияси иш бошлайди.

Интеграцион жараёнларни жадаллаштириш мақсадида, Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси олимлари ва чет эл олимлари билан учрашувлар, семинарлар ташкиллаштириш, институт ёш тадқиқотчилари илм-фан билан шуғулланишлари ва нуфузли университетларнинг олимлари билан фикр алмашиш учун имконият яратиш мақсадида институт бугунги кунда 17та нуфузли чет эл университетлари билан ҳамкорлик алоқаларини ўрнатган. Булардан Москва пўлат ва қотишмалар институти, Н.Э. Бауман номидаги Москва давлат техника университети, Корея миллий транспорт университети, Петербург давлат темир йўл университети, Силезия политехника университети кабиларни кўрсатиш мумкин. Мазкур университетларда 20 нафар магистр, 15 та аспирант ва бир докторант таҳсил олмоқда.

Ушбу ҳамкор университетларда жами 5 йил мобайнида институтнинг 60 дан ортик профессор – ўқитувчилари малака, стажировка ва ўқишга бориши, докторантурада (DSc – 5, PhD – 20) 25 дан ортик ёш олимлар таҳсил олиши режалаштирилган.

Институтда иқтидорли талабалар билан ҳам қатор ишлар олиб борилмоқда. 2017 йилда институтнинг икки талабаси Беруний номидаги стипендия ва бир талабаси Ислон Каримов номидаги стипендияга сазовор бўлдилар. “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ раҳбарияти томонидан институтнинг 14 нафар талабасига “Ўзбекистон темир йўллари” номли стипендия тайинланди.

Республика фан олимпиадалари биринчи босқичида 37 ўқув фанлари бўйича институтнинг 98 нафар профессор-ўқитувчиси раҳбарлигида 689 талаба иштирок этди. Республика фан олимпиадасининг иккинчи босқичида эса 28 ўқув фани бўйича 27 нафар талаба иштирок этди. Турли илмий конференцияларда 700 дан ортик талабалар ўз мақолалари билан қатнашдилар.

Институт олимлари, тадқиқотчилар ва докторантура изланувчилари илмий – тадқиқот натижаларини нашр этиши учун ҳам барча имкониятлар яратилган. «ТошТЙМИ ахбороти» илмий-техника журнали Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси Раёсати қарорига кўра докторлик диссертацияларини ҳимоя қилишда эътироф этиладиган журналлар рўйхатига киритилган.

Бугунги кунда Тошкент темир йўл муҳандислари институти томонидан «Темир йўл транспорти: долзарб масалалар ва инновациялар» номли халқаро илмий-техник журнали таъсис этилмоқда. Ушбу журналда Россия, Белоруссия, Польша, Япония, Жанубий Корея ва Қозоғистон олимлари ушбу журнал таҳририят аъзоси бўлишга розилик билдирган. Журналда мақолалар инглиз тилида чоп этилади.

Институтда 2017 йил давомида жами 29 та грант ва 8 та хўжалик шартномалари бажарилди. 29 та грант бажарилиши натижасида 1.149 млрд. сўм жалб қилиниб, хўжалик шартномалари бўйича жами 296.9 млн. сўм маблағ келиб тушди. 2018 йилга мўлжалланган давлат илмий-техника дастурлари доирасидаги танловда институт тадқиқотчиларининг фаол иштироки ташкиллаштирилди. Танлов якунлари бўйича жами 16 лойиҳага тавсия олинди (жами 1.490 млрд.сўм), шулардан 6 лойиҳа Ёш олимлар грантлари.

ТошТЙМИ ректори М.Х. Расулов

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ТЕХНИКА ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ЙЎЛИДА

Пахта толаси тўқимачилик саноатининг асосий хом-ашёси ҳисобланиб, ундан тайёрланган маҳсулотларга жаҳон бозорида талаб ошмоқда. Жаҳонда пахта маҳсулотлари сифатини яхшилаш ва таннархини камайтириш имкониятини берувчи янги ресурстежамкор техника ва технологияларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Ҳозирги кунда республикамызда пахта тозалаш ва тўқимачилик саноати техника ва технологияларининг инновацион ғоялар асосида янгиларини яратиш, етиштирилаётган пахта хом-ашёсини қайта ишлаб дунё бозорида рақобатбардошликни таъминловчи сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқаришга, бир қатор тўқимачилик ва енгил саноат корхоналари қуришга, уларни замонавий технологик ускуналар билан жиҳозлашга, пахта тозалаш корхоналарида ишлаб чиқарилаётган тола сифатини оширишга долзарб масала сифатида эътибор берилмоқда.

Шу билан бир қаторда тўқимачилик саноатини сифатли тола билан таъминлашда бир қатор муаммолар мавжуд. Жумладан, юқори намлик ва ифлосликка эга бўлган пахталарни сақлаш, қуриштириш ва тозалаш, пахтани сифатли жинлаш масалалари тўлиқ ҳал этилмаган.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтида бир қатор олимлар томонидан пахтани дастлабки ишлаш техника ва технологияларини такомиллаштириш ва янгиларини яратиш йўналишида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Жумладан, проф. А.Парпиев, проф. Б.М.Мардоновлар раҳбарлигида юқори намликдаги пахталарни сақлаш ва қуриштириш янги технологияси, пахтани барабанда қуриштириш назарий ва технологик асосларини ишлаб чиқиш, машинада терилган пахталарни тозалаш режимлари, пахта ва тола тозалашда чиқиндига тушган толаларни қайта ишлаш технологияларини яратиш, жинлаш жараёнини хом-ашё валиги зичлигини нормал қийматларида амалга ошириш имкониятини берувчи янги технологиялари ҳамда пахта ва толани намлаш янги усулларини ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда.

«Механика муаммолари» журнаliga тақдим этилган бир қатор мақолаларда пахтани барабанда қуриштириш жараёнида иссиқлик алмашув жараёнларини жадаллаштиришга таъсир этувчи омиллар ўрганилган, жараённи математик моделлари тузилган. Пахтани жинлаш жараёнининг фундаментал масалалари – жин ишчи камерасида хом-ашё валиги тузилма таркиби, уни динамикаси аниқланган. Толали чиқиндиларни қайта ишлашни янги технологиясини яратиш ҳамда толани намлаш бўйича ўтказилган тадқиқотларни натижалари берилган.

Олинган натижалар пахтани дастлабки ишлашни янги инновацион технологияларини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Журнал тахририяти

К РЕШЕНИЮ РАЗНОСТНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ СОСТАВНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТИПА ЦИСТЕРНЫ

Разработка методов расчета тонкостенных оболочечных конструкций с улучшенными эксплуатационными характеристиками, а также совершенствование существующих моделей и создание эффективных алгоритмов обуславливают выполнение предпроектных расчетов с использованием современных численных методов и программных средств [1 – 3].

При формировании расчетной модели с позиции теорий оболочек В.З. Власова [4] котлы цистерны рассматриваются как составная конструкция, состоящая из цилиндрической оболочки, связанной с сферической оболочкой (днище) и подкрепленной к шпангоутам [5].

Используя вариационный принцип Гамильтона – Остроградского и Бубнова – Галеркина, получили уравнения движения (равновесия) применительно к цилиндрической и сферической части оболочечных конструкций с соответствующими граничными и начальными условиями. В работе для решения краевых задач составных оболочечных конструкций применяется метод конечных разностей, получена система алгебраических уравнений, которые решаются методом прогонки.

1. *Постановка краевых задач.* Сначала приведем систему дифференциальных уравнений движения для цилиндрической части оболочечных конструкций с соответствующими граничными и начальными условиями [6]:

$$\begin{aligned} & \alpha_1^{(1)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial t^2} + \alpha_2^{(1)} \frac{\partial^4 W_n}{\partial t^2 \partial \alpha^2} - \alpha_3^{(1)} \frac{\partial V_n}{\partial t^2} - \alpha_4^{(1)} \frac{\partial^4 W_n}{\partial \alpha^4} + \alpha_5^{(1)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} - \alpha_6^{(1)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} - \\ & \quad - \alpha_7^{(1)} W_n - \alpha_8^{(1)} V_n + Z_n = 0; \\ & -\alpha_1^{(2)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} + \alpha_2^{(2)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} + \alpha_3^{(2)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} + \alpha_4^{(2)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} - \alpha_5^{(2)} U_n + X_n = 0; \\ & \alpha_1^{(3)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial t^2} - \alpha_2^{(3)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial t^2} + \alpha_3^{(3)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial \alpha^2} - \alpha_4^{(3)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} + \alpha_5^{(3)} W_n - \alpha_6^{(3)} V_n + Y_n = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Граничные условия:

$$\begin{aligned} & \left[b_1^{(1)} \frac{\partial^3 W_n}{\partial \alpha^3} - b_2^{(1)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - b_3^{(1)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} - b_4^{(1)} U_n + \bar{Z}_n \right] h \delta W_n \Big|_{\alpha} = 0; \\ & \left[-b_1^{(2)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} + b_2^{(2)} W_n - b_3^{(2)} V_n + \bar{X}_n \right] h \delta W_n \Big|_{\alpha} = 0; \\ & \left[-b_1^{(2)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} + b_2^{(2)} W_n - b_3^{(2)} V_n + \bar{X}_n \right] h \delta U_n \Big|_{\alpha} = 0; \\ & \left[-b_1^{(3)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - b_2^{(3)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + b_3^{(3)} U_n + \bar{Y}_n \right] h \delta V_n \Big|_{\alpha} = 0; \left[-b_1^{(4)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} + b_2^{(4)} W_n + \bar{M}_n \right] h \delta \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} \Big|_{\alpha} = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Начальные условия:

$$\begin{aligned} & \left[m_1^{(1)} \frac{\partial W_n}{\partial t} - m_2^{(1)} \frac{\partial^3 W}{\partial t \partial \alpha^2} + m_3^{(1)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial t \partial \alpha} \right] t_0 h \delta W_n \Big|_t = 0; \\ & m_1^{(2)} \frac{\partial U_n}{\partial t} t_0 h \delta U_n \Big|_t = 0; \left[m_1^{(3)} \frac{\partial W_n}{\partial t} + m_2^{(3)} \frac{\partial V_n}{\partial t} \right] t_0 h \delta V_n \Big|_t = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Для сферической части оболочечных конструкций получена следующая система дифференциальных уравнений [7]:

$$\begin{aligned}
& -a_2^{(2)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial t^2} - a_1^{(2)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial t^2} - a_8^{(2)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} + a_9^{(2)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial \alpha^2} - a_5^{(2)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - a_7^{(2)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} - a_{10}^{(2)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + a_4^{(2)} W_n - \\
& \quad - a_6^{(2)} U_n - a_3^{(2)} V_n + Y_n = 0; \\
& \quad + a_{14}^{(3)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + a_{13}^{(3)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} - a_8^{(3)} W_n - a_{12}^{(3)} U_n - a_{10}^{(3)} V_n + Z_n = 0; \\
& -a_1^{(1)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} + a_3^{(1)} \frac{\partial^3 W_n}{\partial t^2 \partial \alpha} + a_4^{(1)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial \alpha^2} - a_8^{(2)} \frac{\partial^3 W_n}{\partial \alpha^3} + a_2^{(1)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} + a_5^{(1)} \frac{\partial W}{\partial \alpha} + a_9^{(1)} \frac{\partial U}{\partial \alpha} + \\
& \quad + a_6^{(1)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + a_8^{(1)} W_n - a_{10}^{(1)} U_n - a_7^{(1)} V_n + X_n = 0; \\
& -\alpha_2^{(2)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial t^2} - \alpha_1^{(2)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial t^2} - \alpha_8^{(2)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} + \alpha_9^{(2)} \frac{\partial^2 V_n}{\partial \alpha^2} - \alpha_5^{(2)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - \alpha_7^{(2)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} - \alpha_{10}^{(2)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + \\
& \quad + \alpha_4^{(2)} W_n - \alpha_6^{(2)} U_n - \alpha_3^{(2)} V_n + Y_n = 0
\end{aligned} \tag{4}$$

с граничными:

$$\begin{aligned}
& \left[-b_1^{(1)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} - b_2^{(1)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} + b_3^{(1)} W_n - b_4^{(1)} V_n - b_5^{(1)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - b_6^{(1)} U_n + X(\varphi_1) \right] h \delta \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} \Big|_{\alpha} = 0; \\
& \left[-b_1^{(2)} U_n - b_2^{(2)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + b_3^{(2)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - b_4^{(2)} W_n + Y(\varphi_2) \right] h \delta V_n \Big|_{\alpha} = 0; \\
& -b_1^{(3)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} + b_2^{(3)} \frac{\partial^3 W_n}{\partial t^2 \partial \alpha} - b_3^{(3)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} - b_4^{(3)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^3} + b_5^{(3)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - b_6^{(3)} \frac{\partial V_n}{\partial \alpha} + b_7^{(3)} W_n - b_8^{(3)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} - \\
& \quad b_3^{(1)} = \frac{\lambda}{\lambda + 2\mu} k_1 \frac{h^2}{12} \left(\frac{n}{2} \right)^2 - 2 \frac{(\lambda + \mu)}{(\lambda + 2\mu)} \left(1 + k_1^2 \frac{h^2}{12} \right) k_1 R^2 \\
& \left[-b_1^{(4)} \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} - b_2^{(4)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial \alpha^2} + b_3^{(4)} W_n - b_4^{(4)} W_n - b_5^{(4)} \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} - b_6^{(4)} U_n - \overline{M}(\varphi_1) \right] h \delta \frac{\partial W_n}{\partial \alpha} \Big|_{\alpha} = 0
\end{aligned} \tag{5}$$

и начальными условиями:

$$\begin{aligned}
& \left[C_1^{(1)} \frac{\partial U_n}{\partial t} + C_2^{(1)} \frac{\partial^2 W_n}{\partial t \partial \alpha} \right] h \delta U_n \Big|_t = 0; \quad \left[C_1^{(2)} \frac{\partial V_n}{\partial t} + C_2^{(2)} \frac{\partial W_n}{\partial t} \right] h \delta V_n \Big|_t = 0; \\
& \left[C_1^{(3)} \frac{\partial W_n}{\partial t} + C_2^{(3)} \frac{\partial^2 U_n}{\partial t \partial \alpha} - C_3^{(3)} \frac{\partial^3 W_n}{\partial t \partial \alpha^2} + C_4^{(3)} \frac{\partial V_n}{\partial t} \right] h \delta W_n \Big|_t = 0.
\end{aligned} \tag{6}$$

Теперь систему уравнений (1) – (3) и (4) – (6) представим в вектор-форме. Для этого введем следующие векторы:

$$U_n = (W_n U_n V_n)^T; F_n = (Z_n X_n Y_n)^T. \tag{7}$$

Согласно (7), систему дифференциальных уравнений (1) можем написать в виде

$$A_1 \frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} + A_2 \frac{\partial^4 U_n}{\partial t^2 \partial \alpha^2} + A_3 \frac{\partial^4 U_n}{\partial \alpha^4} + A_4 \frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} + A_5 \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} + A_6 U_n + E F_n = 0. \tag{8}$$

Здесь матрица A_i имеет третий порядок:

$$A_1 = \begin{pmatrix} -a_1^{(1)} & 0 & -a_3^{(1)} \\ 0 & -a_1^{(2)} & 0 \\ a_1^{(3)} & 0 & -a_2^{(3)} \end{pmatrix}; A_2 = \begin{pmatrix} a_2^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}; A_3 = \begin{pmatrix} -a_4^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

$$A_4 = \begin{pmatrix} a_5^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & a_2^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & a_3^{(3)} \end{pmatrix}; A_5 = \begin{pmatrix} 0 & -a_6^{(1)} & 0 \\ a_3^{(2)} & 0 & a_4^{(2)} \\ 0 & -a_4^{(3)} & 0 \end{pmatrix}; A_6 = \begin{pmatrix} -a_7^{(1)} & 0 & -a_8^{(1)} \\ 0 & -a_5^{(2)} & 0 \\ a_5^{(3)} & 0 & -a_6^{(3)} \end{pmatrix};$$

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Элементы матрицы A_i приведены в [6].

Начальные условия (3) напомним в векторной форме:

$$\left[M_1 \frac{\partial U_n}{\partial t} + M_2 \frac{\partial^3 U_n}{\partial t \partial \alpha^2} + M_3 \frac{\partial^2 U_n}{\partial t \partial \alpha} \right] \tau_0 h \delta U_n \Big|_t = 0, \quad (9)$$

$$\text{Здесь } M_1 = \begin{pmatrix} m_1^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & m_1^{(2)} & 0 \\ m_1^{(3)} & 0 & m_2^{(3)} \end{pmatrix}; M_2 = \begin{pmatrix} -m_2^{(1)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}; M_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & m_3^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Теперь, следуя векторному обозначению (7), систему дифференциальных уравнений (5) представим в виде

$$A_1 \frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} + A_2 \frac{\partial^4 U_n}{\partial t^2 \partial \alpha^2} + A_3 \frac{\partial^3 U_n}{\partial t^2 \partial \alpha} + A_4 \frac{\partial^4 U_n}{\partial \alpha^4} + A_5 \frac{\partial^3 U_n}{\partial \alpha^3} + A_6 \frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} +$$

$$+ A_7 \frac{\partial U_n}{\partial \alpha^2} + A_8 U_n + E F_n = 0. \quad (10)$$

Начальные условия так же напомним в векторной форме

$$\left[B_1 \frac{\partial U_n}{\partial t} + B_2 \frac{\partial^2 U_n}{\partial t \partial \alpha} + B_3 \frac{\partial^3 U_n}{\partial t \partial \alpha^2} \right] h \delta U_n \Big|_t = 0. \quad (11)$$

Здесь матрицы A_i и B_i имеют третий порядок [7].

Сравнивая уравнения (8) и (10), заметим, если в (10) положим $A_3=A_5=0$, то получим систему уравнений (8) с соответствующей заменой A_4, A_6, A_7, A_8 на A_3, A_4, A_5, A_6 . Поэтому при формировании разностной краевой задачи рассмотрим систему уравнений (10) и (11). Граничные условия (3) и (6) представим в векторном виде для конкретного случая.

2. *Применение метода конечных разностей.* К решению краевой задачи (10), (11) и (5) применяем метод конечных разностей второго порядка точности. Введем сетку $\bar{\omega}_{h\tau} = \{\alpha = ih, \quad t = k\tau, \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad k = 0, 1, \dots, K\}$ с шагом $h=1/N$ и $\tau=T/K$ соответственно на отрезках $\alpha_0 \leq \alpha \leq 1$ и $0 \leq t \leq T$, $U_{n,j} = \{W_{n,j}^k, U_{n,i}^{(k)}, V_{n,i}^{(k)}\}$ – сеточные функции в области $\bar{\omega}_{h\tau}$.

Используем центральные разностные формулы, аппроксимирующие производные по α (10) и смещенные с точностью второго порядка [1]:

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} = \frac{1}{\tau^2} (U_{n,i}^{k+1} - 4U_{n,i}^k + U_{n,i}^{k-1}); \quad \frac{\partial^3 U_n}{\partial \alpha^3} = \frac{1}{2h^3} (U_{n,i+2} - 2U_{n,i+1} + 2U_{n,i-1} - U_{n,i-2})^k;$$

$$\frac{\partial^3 U_n}{\partial t^2 \partial \alpha} = \frac{1}{\tau^2 2h} \left[(U_{n,i+1} - U_{n,i-1})^{k+1} - 2(U_{n,i+1} - U_{n,i-1})^k + (U_{n,i+1} - U_{n,i-1})^{k-1} \right]; \quad (12)$$

$$\frac{\partial^4 U_n}{\partial t^2 \partial \alpha^2} = \frac{1}{\tau^2 h^2} \left[(U_{n,i+1} - 2U_{n,i} + U_{n,i-1})^{k+1} - 2(U_{n,i+1} - 2U_{n,i} + U_{n,i-1})^k + (U_{n,i+1} - 2U_{n,i} + U_{n,i-1})^{k-1} \right];$$

$$\frac{\partial^4 U_n}{\partial \alpha^4} = \frac{1}{h^4} (U_{n,i+2} - 4U_{n,i+1} + 6U_{n,i} - 4U_{n,i-1} + U_{n,i-2})^k;$$

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} = \frac{1}{h^2} (U_{n,i+1} - 2U_{n,i} + U_{n,i-1})^k; \quad \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} = \frac{1}{2h} (U_{n,i+1} - U_{n,i-1})^k.$$

При аппроксимации дифференциальных уравнений сферической оболочки (10) используем соотношения (12). Приводя подобные слагаемые, получим

$$\begin{aligned} & \left[\frac{A_2}{h^2} - \frac{A_3}{2h} \right] U_{n,i-1}^{k+1} + \left[A_1 - \frac{2A_2}{h^2} \right] U_{n,i}^{k+1} + \left[\frac{A_2}{h^2} + \frac{A_3}{2h} \right] U_{n,i+1}^{k+1} + \left[\frac{A_4 \tau^2}{h^2} - \frac{A_5 \cdot \tau^2}{2h^3} \right] U_{n,i-2}^{k+1} + \\ & + \left[\frac{A_2}{h^2} + \frac{2A_3}{2h} - \frac{4A_4 \tau^2}{h^4} + \frac{2A_5 \tau^2}{2h^3} + \frac{A_6 \tau^2}{h^2} - \frac{A_7 \tau^2}{2h} \right] U_{n,i-1}^k + \left[-2A_1 + \frac{4A_2}{h^2} + \frac{6A_4 \tau^2}{h^4} - \frac{2A_6 \tau^2}{h^2} + A_8 \tau^2 \right] U_{n,i}^k + \\ & + \left[-\frac{2A_2}{h^2} - \frac{2A_3}{2h} - \frac{4A_4 \tau^2}{h^4} - \frac{2A_5 \tau^2}{2h^3} + \frac{A_6 \tau^2}{h^2} + \frac{A_7 \tau^2}{2h} \right] U_{n,i}^k + \left[\frac{A_4 \tau^2}{h^4} + \frac{A_5 \cdot \tau^2}{3h^3} \right] U_{n,i+2}^k + \\ & + \left[\frac{A_2}{h^2} - \frac{A_3}{2h} \right] U_{n,i-1}^{k-1} + \left[-\frac{2A_2}{h^2} + A_1 \right] U_{n,i}^{k-1} + \left[\frac{A_2}{h^2} + \frac{A_3}{2h} \right] U_{n,i+1}^{k-1} - \tau^2 F_{n,i} = 0. \end{aligned} \quad (13)$$

Вводим обозначения

$$\begin{aligned} A_n &= \left[\frac{A_2}{h^2} - \frac{A_3}{2h} \right]; \quad B_n = \left[A_1 - \frac{2A_2}{h^2} \right]; \quad C_n = \left[\frac{A_2}{h^2} + \frac{A_3}{2h} \right]; \quad \overline{A}_n = \left[\frac{A_4 \cdot \tau^2}{h^2} - \frac{A_5 \cdot \tau^2}{2h^3} \right]; \\ \overline{B}_n &= \left[\frac{A_2}{h^2} + \frac{2A_3}{2h} - \frac{4A_4 \cdot \tau^2}{h^4} + \frac{2A_5 \tau^2}{2h^3} + \frac{A_6 \tau^2}{h^2} - \frac{A_7 \tau^2}{2h} \right]; \\ \overline{C}_n &= \left[-2A_1 + \frac{4A_2}{h^2} + \frac{6A_4 \tau^2}{h^4} - \frac{2A_6 \cdot \tau^2}{h^2} + A_8 \tau^2 \right]; \\ \overline{D}_n &= \left[-\frac{2A_2}{h^2} - \frac{2A_3}{2h} - \frac{4A_4 \cdot \tau^2}{h^4} - \frac{2A_5 \tau^2}{2h^3} + \frac{A_6 \tau^2}{h^2} + \frac{A_7 \tau^2}{2h} \right]; \quad \overline{E}_n = \left[\frac{A_4 \cdot \tau^2}{h^2} + \frac{A_5 \cdot \tau^2}{2h^3} \right]. \end{aligned}$$

В результате (13) имеет вид

$$\begin{aligned} & A_n U_{n,i-1}^{k+1} + B_n U_{n,i}^{k+1} + C_n U_{n,i+1}^{k+1} + \overline{A}_n U_{n,i-2}^k + \overline{B}_n U_{n,i-1}^k + \overline{C}_n U_{n,i}^k + \overline{D}_n U_{n,i+1}^k + \overline{E}_n U_{n,i+2}^k + \\ & + A_n U_{n,i-1}^{k-2} + B_n U_{n,i}^{k-1} + C_n U_{n,i+1}^{k-1} - \tau^2 F_n = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

Аппроксимируя начальные условия (11) с учетом (12), получим

$$\left[M_1 U_{n,i-1}^{k+1} + M_2 U_{n,i}^{k+1} + M_3 U_{n,i+1}^{k+1} - M_1 U_{n,i-1}^{k-1} - M_2 U_{n,i}^{k-1} - M_3 U_{n,i+1}^{k-1} \right]_0 h \delta U_{n,i} = 0. \quad (15)$$

Для решения разностной краевой задачи принимаем нулевые начальные значения

$$U_{n,j} \big|_{t=0} = 0; \quad \frac{\partial U_{n,j}}{\partial t} \big|_{t=0} = 0. \quad (16)$$

Рассмотрим граничные условия. Считаем, что сферическая оболочка заземлена при $\alpha = \alpha_0$ и

$$U_{n,0}^j = 0, A^j U_{n,-1}^j = A^j U_{n,1}^j, U_{n,N}^j = 0, A^j U_{n,N+1}^j = A^j U_{n,N-1}^j. \quad (17)$$
$$\begin{aligned} B_n U_{n,1}^{k+1} + C_n U_{n,2}^{k+1} + \bar{C}_n^1 U_{n,1}^k + \bar{D}_n U_{n,2}^k + \bar{E}_n U_{n,3}^k + B_n U_{n,1}^{k-1} + C_n U_{n,2}^{k-1} - \tau^2 F_{n,1} &= 0; \\ A_n U_{n,1}^{k+1} + B_n U_{n,2}^{k+1} + C_n U_{n,3}^{k+1} + \bar{B}_n U_{n,1}^k + \bar{C}_n U_{n,2}^k + \bar{D}_n U_{n,3}^k + \bar{E}_n U_{n,4}^k + A_n U_{n,1}^{k-1} + B_n U_{n,2}^{k-1} + \\ + C_n U_{n,3}^{k-1} - \tau^2 F_{n,2} &= 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& A_n U_{n,N-3}^{k+1} + B_n U_{n,N-2}^{k+1} + C_n U_{n,N-1}^{k+1} + \bar{A}_n U_{n,N-4}^k + \bar{B}_n U_{n,N-3}^k + \bar{C}_n U_{n,N-2}^k + \bar{D}_n U_{n,N-1}^k + \\
& + A_n U_{n,N-3}^{k-1} + B_n U_{n,N-2}^{k-1} + C_n U_{n,N-1}^{k-1} - \tau^2 F_{n,N-2} = 0; \\
& A_n U_{n,N-2}^{k+1} + B_n U_{n,N-1}^{k+1} + \bar{A}_n U_{n,N-3}^k + \bar{B}_n U_{n,N-2}^k + \bar{C}_n U_{n,N-1}^k + A_n U_{n,N-2}^{k-1} + B_n U_{n,N-1}^{k-1} - \tau^2 F_{n,n-1} = 0, \quad (18)
\end{aligned}$$

Систему уравнений (18) представим в виде

$$A_n U_{n,i-1}^{k+1} + B_n U_{n,i}^{k+1} + C_n U_{n,i+1}^{k+1} = b_{n,i}, \quad (19)$$

$$b_{n,i} = \tau^2 F_{n,i} - (\bar{A}_n U_{n,i-2}^k + \bar{B}_n U_{n,i-1}^k + \bar{C}_n U_{n,i}^k + \bar{D}_n U_{n,i+1}^k + \bar{E}_n U_{n,i+2}^k + A_n U_{n,i-1}^{k-1} + B_n U_{n,i}^{k-1} + C_n U_{n,i+1}^{k-1}).$$
$$U_{n,1}^{k+1} = B_{n,1}^{-1}b_{n,1} - B_{n,1}^{-1}C_n U_{n,2}^{k+1}.$$
$$U_{n+1}^{k+1} = f_1 - H_1 U_{n+2}^{k+1}. \quad (20)$$
$$U_{n,2}^{k+1} = f_2 - H_2 U_{n,3}^{k+1}, \quad (21)$$

Повторяя аналогичную процедуру, можем написать решение для i -го уравнения:

$$U_{n,i}^{k+1} = f_i - H_i U_{n,i+1}^{k+1}, \quad (22)$$

Из (22) при $i=N-1$ имеем $U_{n,N-1}^{k+1} = f_{N-1} - H_{N-1}U_{n,N}^{k+1}$.

$$U_{n, N-1}^{k+1} = f_{N-1} ; f_{N-1} = (B_N - A_N H_{i-2})^{-1} (b_{n, N-1} - A_N f_{N-2}). \quad (23)$$

Аналогичным образом применяем разностные схемы (12) к уравнению движения цилиндрической оболочки (8) и в результате получим разностные уравнения в виде (14). При этом в формулах (13) нужно приравнять нулю A_3 и A_5 и провести следующие замены коэффициентов A_4, A_6, A_7, A_8 соответственно на A_3, A_4, A_5, A_6 .

Теперь в качестве иллюстрации приведем решения разностной краевой задачи для цилиндрической части оболочечных конструкций при статическом нагружении. Векторное уравнение (8) перепишем без учета инерционных слагаемых:

$$A_3 \frac{\partial^4 U_n}{\partial \alpha^4} + A_4 \frac{\partial^2 U_n}{\partial \alpha^2} + A_5 \frac{\partial U_n}{\partial \alpha} + A_6 U_n + E F_n = 0. \quad (24)$$

Используем центральные разностные схемы, аппроксимирующие производные с точностью второго порядка. В результате аппроксимации имеем следующие системы алгебраических уравнений:

$$A_n U_{n,i-2} + B_n U_{n,i-1} + C_n U_{n,i} + D_n U_{n,i+1} + E_n U_{n,i+2} + F_{n,i} = 0, \quad (25)$$

где $A_n = A_4 N^4 - A_5 N^3 / 2$; $B_n = -4A_4 N^4 + A_5 N^3 + A_6 N^2 - A_7 N / 2$;

$$C_n = 6A_4 N^4 - 2A_6 N^2 + A_8; E_n = A_4 N^4 + A_5 N^3 / 2; D_n = -4A_4 N^4 - A_5 N^3 + A_6 N^2 + A_7 N / 2.$$

Предположим, что цилиндрическая оболочка закреплена при $\alpha=0$ и при $\alpha=1$. В этом случае граничные условия в векторном виде записываются так:

$$U_{n,0} = 0, A_{-1}^1 U_{n,-1} = A_{-1}^1 U_{n,1}, U_{N,0} = 0, A_{N+1}^1 U_{n,N+1} = A_{N+1}^1 U_{n,N-1}. \quad (26)$$

Подставив (26) в систему разностных уравнений (25), получим систему линейных алгебраических уравнений в виде

$$AU = b \quad (b = F_n). \quad (27)$$

Здесь

$$A = \begin{pmatrix} \tilde{C}_1 & D_1 & E_1 & & & & \\ B_2 & C_2 & D_2 & E_2 & & & \\ A_3 & B_3 & C_3 & D_3 & E_3 & & \\ & - & - & - & - & - & \\ & & - & - & - & - & \\ & & & A_{N-3} & B_{N-3} & C_{N-3} & D_{N-3} & E_{N-3} \\ & & & & A_{N-2} & B_{N-2} & C_{N-2} & D_{N-2} \\ & & & & & A_{N-1} & B_{N-1} & C_{N-1} \end{pmatrix},$$

где $\tilde{C}_1 = A_n \cdot A_{-1}^1 + C_1$; $\tilde{C}_n = C_n + E_{N-1} A_{N+1}^1$.

К решению системы линейных алгебраических уравнений (27) применяем метод прогонки Годунова[1]. В результате на прямом ходу получаем следующие рекуррентные соотношения:

$$U_{n,k} = f_k - H_k U_{n,k+1} - F_k U_{n,k+2}, \quad (28)$$

где $f_k = G_k [b_k - A_k f_{k-2} - (B_k - A_k H_{k-2}) f_{k-1}]$; $H_k = G_k [D_k - (B_k - A_k H_{k-2}) F_{k-1}]$;

$$F_k = G_k \cdot E_k; G_k = [C_k - A_k F_{k-2} - (B_k - A_k H_{k-2}) H_{k-1}]^{-1}.$$

Прямой ход прогонки заканчивается при $k=N-1$. Определяем значение последнего неизвестного вектора $U_{n,N}$ или $U_{n,N-1}$. Затем формулой (28) выполняем обратный ход и найдем значение сеточных функций $U_{n,k}$ для произвольного слагаемого ряда [6]. После выполнения суммирования рядов определяем значения компонентов перемещений, напряжений и усилий. Отметим, что для полного анализа необходимо учесть сопряжение двух оболочек, а именно: условия стыковки цилиндрической части оболочки с днищем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Буриев Т. Алгоритмизация расчета несущих элементов тонкостенных конструкций. Ташкент: Фан, 1986. – 244с.
- [2] Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977. – 440 с.
- [3] Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. М.: Наука, 1978. – 589 с.
- [4] Власов В.З. Общая теория оболочек и ее приложения в технике. М.: Гостехиздат, 1949. – 761 с.
- [5] Вершинский С.В. и др. Расчет вагонов на прочность. М.: Машиностроение, 1971. – 432 с.
- [6] Абдусаттаров А., Сабилов Н.Х., Юлдашев Т. Уравнения движения и формирование разностной краевой задачи цилиндрической части оболочечных конструкций // Вестник ТашИИТ. 2016. № 4. С. 29 – 37.
- [7] Абдусаттаров А., Юлдашев Т., Сабилов Н.Х. К формированию разностной краевой задачи сферической части составных оболочечных конструкций // Вестник ТашИИТ. 2017. № 1. С. 35 – 44.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

А. Абдусаттаров, Н.Х. Сабилов. Цистерна типидаги қўшма қобик конструкцияларини чегаравий масаласини чекли айирмалар усулида ечиш

Мақолада цистерна типидаги қўшма қобик конструкцияларнинг чегаравий масаласини ечиш учун чекли айирмалар усулидан фойдаланилган. Масала алгебраик тенгламалар системасига келтирилган, уни ечиш учун “ҳайдаш” усули қўлланилган.

A. Abdusattarov, N.H. Sabirov. To the solution of difference boundary value problems of composite shell constructions of tank type

To solve the boundary value problem of shell structures of the tank type, the finite difference method is used. The problem is reduced to a system of algebraic equations, which is solved by the sweep method.

УДК 666.972

А.И. АДЫЛХОДЖАЕВ, В.И. КОНДРАЩЕНКО, И.М. МАХАМАТАЛИЕВ, В.М. ЦОЙ

О ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ И ВОЗМОЖНОСТЯХ ЕЁ ПРИМЕНЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методы неразрушающего контроля активно применяются в высокоточных отраслях промышленности. Неразрушающий контроль позволяет определять соответствие различных агрегатов качественным и количественным показателям, не причиняя им ущерба в процессе измерений. В настоящее время широкое распространение получают оптические методы контроля, в частности, голографическая интерферометрия. Однако развитие этих методов ограничивается необходимостью применения для регистрации голограмм промежуточных фотоносителей. Использование голографических пластин и плёнок связано со сложными химическими процессами, поэтому измерительные системы на основе этих методов используются крайне редко.

Цифровая голографическая интерферометрия позволяет полностью избавиться от промежуточных фотоносителей, заменяя их цифровыми матрицами. Процесс расшифровки цифровых голографических интерферограмм выполняется при помощи компьютерной техники, что позволяет, во-первых, получать и сохранять результаты в более удобном виде, а, во-вторых, использовать ранее недоступные методы обработки и анализа голографических интерферограмм. Однако разрешение современных цифровых матриц существенно меньше, чем разрешение голографических фотопластин, что вызывает необходимость в разработке новых алгоритмов анализа, эффективно работающих в условиях низкого разрешения.

Голографическая интерферометрия является дальнейшим развитием методов классической интерферометрии и голографии. Классическая интерферометрия нашла широкое применение в оптической промышленности для исследования зеркально-отражающих или прозрачных элементов. Метод также применяется для исследования оптически прозрачных сред, например, в аэродинамике. Появление голографии послужило основой для использования интерферометрии при исследовании диффузно рассеивающих тел.

Голографический метод регистрации изображений был предложен физиком Д. Габором в 1948 г. [1]. Следует также отметить, что аналогичные идеи высказывались физиками и раньше. Так, например, польский ученый М. Вольфке [2] еще в 1920 г. писал о принципиальной возможности регистрации объемных изображений на основе использования явлений интерференции и дифракции света. Значительный вклад в развитие теоретических предпосылок создания голографии внесли В. Брегг, О. Френкель, Й. Фраунгофер, Г. Кирхгоф, Э. Аббе, Д. Портер и др. [3, 4].

Получение голограмм заключается в регистрации интерференционной картины, возникающей при взаимодействии световой волны, рассеянной объектом, и невозмущенной волны, распространяемой источником излучения. Основой этого метода являются явления интерференции и дифракции, достаточно подробно описанные в [5, 6].

Как показано в [7], световая волна может быть представлена формулой

$$U = u_0 \sin(2\pi ft + \varphi), \quad (1)$$

где U – текущее значение электрического поля волны; u_0 – амплитудное значение поля; $\pi=3.14$; f – частота электромагнитных колебаний; t – время; φ – начальная фаза колебаний.

При взаимодействии указанной волны U_1 с аналогичной волной U_2 происходит их сложение, определяемое формулой

$$U_s = U_1 + U_2 = 2u_0 \sin\left(2\pi ft + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right). \quad (2)$$

Как видно из полученного выражения (2), суммарная волна представляет собой также гармоническое колебание. Очевидно, что в зависимости от разности фаз φ_1 и φ_2 результирующая амплитуда колебаний может быть нулевой ($\varphi_1 - \varphi_2 = \pi$) или равняться сумме амплитуд исходных колебаний ($\varphi_1 - \varphi_2 = 0$) в случае равных амплитуд исходных волн. Фаза колебаний зависит от пути, пройденного световой волной, а результирующая волна содержит информацию о геометрических особенностях распространения исходных волн.

Высокая частота световых волн, составляющая около 10^{15} Гц, не позволяет регистрировать фазу колебаний существующими в настоящее время приборами. Применяемые для регистрации световых волн фотоэлектрические детекторы и фотоэмульсии реагируют на энергетический поток, переносимый световыми волнами. Для таких средств отклик пропорционален квадрату амплитуды, а следовательно, S – выходной сигнал детектора, реагирующего на входной сигнал $U = u_0 \sin(2\pi ft + \varphi)$, определяется как

$$S = \frac{1}{T} \int_0^T U^2 dt = \frac{u_0^2}{2}, \quad (3)$$

где T – временной интервал измерений, содержащий несколько периодов колебаний.

Как видно из (3), информация о фазе волны при этом полностью теряется. В то же время возможность регистрации энергии световой волны, характеризуемой интенсивностью (энергия, переносимая через единичную площадку за единицу времени), позволяет зафиксировать фазовые смещения световых волн. Поскольку интенсивность результирующей волны пропорциональна квадрату результирующей амплитуды U_s , то она может быть представлена как

$$I_s = 4I_0^2 \cos^2\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right), \quad (4)$$

где I_0 – интенсивность отдельной волны.

Следовательно, результирующая интенсивность суммы двух волн может быть в два раза больше суммы интенсивностей отдельных волн, равняться 0 или иметь любое промежуточное значение. Регистрирующие среды, например, фотографические слои, чувствительны к интенсивности световой волны. Этот эффект получил название «интерференция» и составляет основу голографических методов записи изображений.

Если световые волны приходят в одну и ту же точку регистрирующего материала (например, фотопластинку) с нулевой разностью фаз, то в этой зоне происходит максимальное воздействие на фотографическую среду. При разности фаз составляющей π воздействия не происходит. Таким образом, может быть зарегистрирована информация о разности фаз световых волн, а следовательно, и о геометрических особенностях объектов, формирующих эти волны.

На практике для получения голограмм используют излучение оптического квантового генератора (лазера). Применение лазера обуславливается необходимостью получения фиксированной во времени интерференционной картины.

Наибольшее распространение получили схемы регистрации голограмм с наклонным опорным пучком (схема Лейта – Упатниекса) и «во встречных пучках» (схема Ю.Н. Денисюка).

На рис. 1, *а* и *б* представлены схемы регистрации голограмм с наклонным опорным пучком. Схемы содержат источник когерентного излучения (лазер) 1, микрообъективы 2, объект регистрации 3, фотопластинку 4, зеркала 5, светоделитель 6, коллимирующие линзы 7. Опорный световой поток может формироваться как часть предметного (см. рис. 1, *а*), так и при помощи дополнительных оптических элементов (см. рис. 1, *б*). Когерентное излучение опорного светового потока интерферирует со светом, отраженным предметом 3. Фотопластинка 4 регистрирует интерференционную картину.

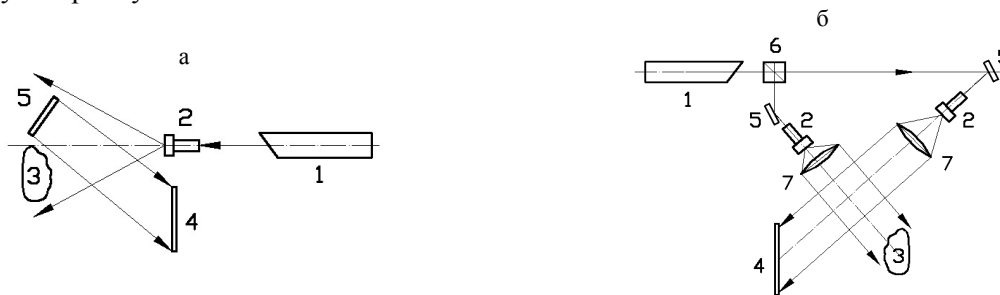


Рис. 1. Двухлучевые схемы регистрации голограмм (по Лейту – Упатниексу)

Лазерное излучение при помощи оптических элементов разделяется на два световых потока, один из которых освещает объект, а другой – регистрирующий материал. Невозмущенная световая волна от лазера и рассеянное объектом излучение, попадая в зону регистрационного материала, взаимодействуют между собой (интерferируют), что приводит к образованию интерференционной картины, регистрируемой фотоматериалом. В зависимости от интенсивности результирующей волны на фотопластинке возникает система темных и светлых полос, которая может трактоваться как дифракционная решетка. После обработки фотопластинки ее помещают в поток лазерного излучения, аналогичный применявшемуся при регистрации. Световая волна, дифрагируя на полученной интерференционной структуре, формирует изображение, аналогичное объекту.

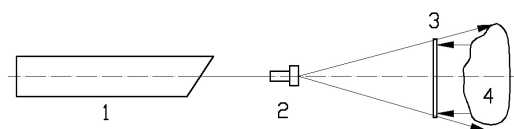


Рис. 2. Схема регистрации голограмм во встречных пучках (схема Денисюка)

Схема регистрации голограмм во встречных пучках характеризуется предельной простотой. На рис. 2 показана оптическая схема, состоящая из лазера 1, микрообъектива 2, фотопластинки 3 и регистрируемого объекта 4.

При регистрации голограмм по схеме Денисюка в качестве опорной волны выступает световая волна, проходящая через фотопластинку. При взаимодействии со световой волной, отраженной от предмета, возникает интерференционная структура, распределенная не только по плоскости фотопластинки, но и по толщине фотоэмульсии. После химической обработки такой фотопластинки в слое фотоэмульсии формируется набор полупрозрачных слоев, представляющих собой интерференционный фильтр, что позволяет наблюдать изображение при освещении голограммы белым светом.

Приведенные схемные решения иллюстрируют только общие принципы построения схем регистрации голографических изображений и могут существенно трансформироваться в зависимости от задач, выполняемых при исследовании.

В голографической, как и в классической интерферометрии, принцип измерения основан на регистрации разности фаз световых потоков. Однако в отличие от классической интерферометрии, которая позволяет проводить исследования только на прозрачных объектах и зеркально-отражающих поверхностях, голографическая интерферометрия обеспечивает возможность измерений на любых объектах – как диффузноотражающих, так и оптически прозрачных. Методы голографической интерферометрии начали активно развиваться в 60-е годы прошлого столетия и нашли широкое отражение в научной литературе [8 – 10].

Сущность измерений с применением голографической интерферометрии заключается в том, что в процессе эксперимента они обеспечивают условия для интерференции световых волн, отраженных объектом исследования и восстановленных голограммой. Иногда с той же целью обеспечивают интерференцию световых волн, рассеянных объектом в разные моменты времени. В практике исследования НДС объектов используют оба эти метода.

Сущность первого метода, получившего название «метод реального времени», заключается в регистрации голограммы исходного состояния объекта и последующего наблюдении объекта через голограмму. При нагружении объекта световая волна, отраженная объектом, интерферирует со световой волной, зарегистрированной на голограмме. Это приводит к тому, что на фоне изображения объекта можно наблюдать интерференционные полосы. Деформирование объекта исследования вызывает синхронное изменение интерференционной картины, наблюдаемой через голограмму. По этой причине такой метод имеет еще одно название – «метод живых полос». Таким способом можно не только исследовать воздействие статических нагрузок, но также изучать динамические процессы, например, тепловые деформации образца, распространение фронта давления и т.п. Результаты измерений могут регистрироваться с помощью кино- и видеотехники для последующего анализа.

Другой распространенный метод голографической интерферометрии имеет название "метод двух экспозиций". В процессе эксперимента регистрируется голограмма объекта в исходном состоянии. Затем объект подвергается воздействию тестирующей нагрузки и на ту же фотопластинку повторно регистрируется его изображение в деформированном состоянии. При восстановлении такой голограммы можно наблюдать интерферограмму, представляющую собой систему светлых и темных полос, расположенных на фоне изображения объекта исследования. Светлые полосы располагаются в точках объекта исследования, перемещение которых под действием тестовой нагрузки вызвало изменение пути отраженного светового потока на величину, кратную длине волны. Темные полосы размещены на участках, для которых эта величина кратна половине длины волны. Поскольку длина волны применяемого лазерного излучения представляет малую величину (0.5 – 0.7 микрон), то метод обладает очень высокой чувствительностью к перемещениям. Анализ интерферограммы позволяет определить пространственный вектор перемещения в любой точке исследуемой поверхности.

Анализ интерферограмм базируется на основополагающей работе Е.Б. Александрова, А.М. Бонч-Бруевича [11], где предложено перемещение в точке определять по формуле

$$\vec{d}(\vec{r}_0 + \vec{r}_n) = \lambda n. \quad (5)$$

Здесь $\vec{d}$ – вектор перемещения точки на исследуемой поверхности; $\vec{r}_0$ – единичный вектор освещения исследуемой поверхности; $\vec{r}_n$ – единичный вектор наблюдения исследуемой поверхности; λ – длина волны лазерного излучения; n – порядок интерференционной полосы.

В такой, самой общей, постановке задача определения вектора перемещений в точке является достаточно сложной и трудоемкой. Но в некоторых случаях процесс анализа интерферограмм может быть существенно упрощен. Так, например, в работе [12] рассмотрен частный случай, когда углы вектора наблюдения и вектора освещения близки к 0 по отношению к нормали исследуемой поверхности. В этом случае значение перемещения определяется как

$$d = \frac{n\lambda}{2}, \quad (6)$$

где d – перемещение в точке исследуемой поверхности; λ – длина волны лазерного излучения; n – порядок интерференционной полосы.

Такой подход обеспечивает регистрацию только нормальной компоненты вектора перемещений, но зато позволяет очень просто получить значение вектора перемещений в виде поля и автоматизировать процесс обработки интерферограмм.

Для иллюстрации практической эффективности применения метода голографической интерферометрии на рис. 3 – 5 приведены фотографии, отображающие основные стадии исследования штифто-шпилечного соединения [13]. На рис. 3 показан макет штифто-шпилечного соединения, содержащий оболочку из композиционного материала, в которой установлены штифты с резьбовыми отверстиями для шпилек.

Тестовое нагружение соединения осуществлялось путем реализации нормированной затяжки шпильки моментным ключом. Направление действия усилия показано на рис. 3 стрелкой.

На рис. 4 приведена интерферограмма, отображающая процесс перемещения поверхности оболочки из композиционного материала и штифта, входящих в состав соединения. Граница опирания оболочки на жесткое основание соответствует верхней границе кадра и показана стрелкой.

Измерительная схема была настроена на максимальную чувствительность к нормальной компоненте вектора перемещения. Качественный анализ интерферограммы позволил установить, что исследуемая область характеризуется высоким градиентом деформации и содержит зону нарушения сплошности, которая проявляется как разрыв интерференционных полос.

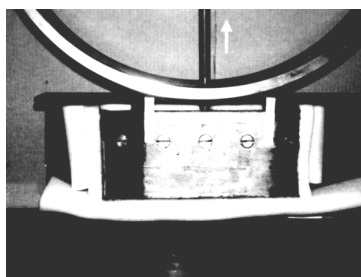


Рис. 3. Макет штифто-шпилечного соединения

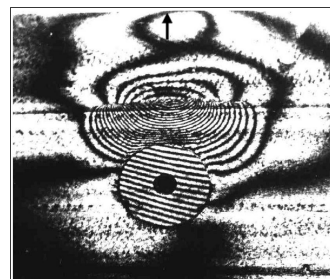


Рис. 4. Интерферограмма деформирования штифто-шпилечного соединения при затяжке шпильки

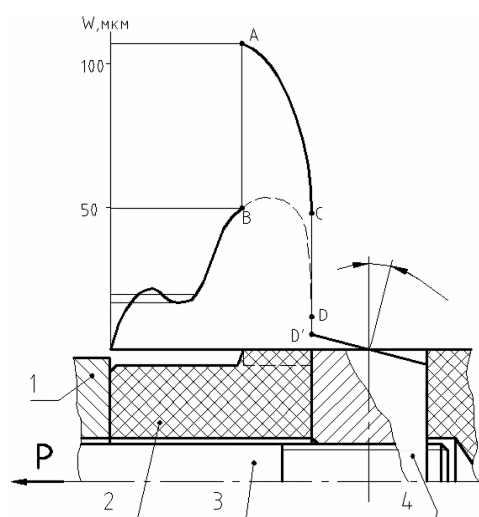


Рис. 5. Сечение элементов исследуемого соединения и график перемещений поверхности при воздействии усилия затяжки: 1 — опорная поверхность; 2 — оболочка из композиционного материала; 3 — шпилька; 4 — штифт

Количественный анализ интерферограммы представлен графиком нормальных перемещений исследуемой поверхности (см. рис. 5). Данные приведены по плоскости расположения осей штифта и шпильки.

На графике рис. 5 показана зона расслоения материала $A - C$, вызванная технологическим подрезом («ступенька» на оболочке 2). Хорошо определяются геометрические размеры области деформации, вызванной взаимодействием элементов конструкции. Отчетливо проявляются особенности поведения материала в зоне высокоградиентных деформаций. Установлен перекося штифта под нагрузкой, что позволяет выявить особенность его взаимодействия с оболочкой. Проведенные измерения характеризуются бесконтактностью и безынерционностью, а фактическая чувствительность метода составила 0.05 мкм .

Очевидно, что раскрытые возможности голографической интерферометрии с успехом могут быть использованы при комплексном исследовании композитных материалов, в том числе и строительных — бетонов и растворов [14].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Gabor J. D. A new microscopic principle // Nature. 1948. № 161. P. 777.
- [2] Wolfke M. Über der Möglichkeit der optischen Abbildung vom Molekulargittern // Phys. Zs. 1920. № 21. P. 495.
- [3] Bragg W. L. A new type of "x-ray microscope" // Nature. 1939. № 143. P. 678.
- [4] Chambers R. P., Stevens B. A. Bibliography on Holograms // Journ. Soc. Motion Pict. Telev. Eng. 1967. № 176. P. 392.
- [5] Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография / Пер. с англ. М.: Мир, 1973. — 686 с.
- [6] Гинзбург В. М., Степанов Б. М. Голографические измерения. М.: Радио и связь, 1981. — 296 с.
- [7] Островский Ю. И., Бутусов М. М., Островская Г. В. Голографическая интерферометрия. М.: Наука, 1977. — 336 с.
- [8] Голографические неразрушающие исследования / Под ред. Эрф Р. К. Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1979. — 448 с.

- [9] Джоунс Р., Уайкс К. Голографическая и спекл-интерферометрия / Пер. с англ. М.: Мир, 1986. – 327 с.
- [10] Борыняк Л. А., Герасимов С. И., Жилкин В. А. Практические способы записи и расшифровки голографических интерферограмм, обеспечивающие необходимую точность определения компонент тензора деформаций // Автометрия. 1982. № 1. С. 17 – 24.
- [11] Александров Е. Б., Бонч-Бруевич А. М. Исследование поверхностных деформаций тел с помощью голограммной техники // ЖТФ. Вып. 2. 1967. Т. 37. С. 360 – 369.
- [12] Вест Ч. Голографическая интерферометрия / Пер. с англ. М.: Мир, 1982. – 504 с.
- [13] Кесарийский А. Г. Технология изготовления деталей с контролем поля деформации в процессе обработки // Авиационно-космическая техника и технология. Вып. 23. Харьков, 2001. С. 240 – 242.
- [14] Адилходжаев А. И., Кондращенко В. И., Махаматалиев И. М., Цой В. М., Ильясов А. Т. Особенности использования лазерно-интерференционных методов при исследовании деформационных свойств цементосодержащих материалов // Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан. Нукус, 2017. №4. С. 30 – 36.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

А.И. Адилходжаев, В.И. Кондращенко, И.М. Махаматалиев, В.М.Цой. Голографик интерферометриянинг физикавий тамойиллари ва уни композит материалларни тадқиқ қилишдаги имкониятлари

Мақолада сифатни назорат қилишнинг замонавий емирмайдиган усули, яъни голографик интерферометрияни яратилишига назарий асослари келтирилган бўлиб уни композит материалларни тадқиқ қилишда қўлланилиши имкониятларига баҳо берилди.

A.I. Adilkhodzhayev, V.I. Kondrashchenko, I.M. Makhamataliev, V.M. Tsoi. About the physical principles of a holographic interferometry and opportunities of its application in researches of composite materials

In article theoretical bases of creation of a modern method of nondestructive quality control what the holographic interferometry is are stated and possibilities of its application in researches the koapozitnykh of materials are estimated

УДК 624.131.6.536

К.И. БАЙМАНОВ, Р.К. БАЙМАНОВ

УЧЕТ ПРИРОДНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЕЛ РЕК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

В проекте мостовых переходов устанавливают основные размеры всех сооружений, достаточные для пропуска грузов и обеспечения сопротивляемости сооружений разрушающему действию водного потока, не ограничивающие использование водотока в хозяйственных целях (для судоходства, сплава, водоснабжения, энергоснабжения и т.д.) и одновременно требующие минимальных затрат на мотовой переход реки. Для определения основных сооружений выполняют гидравлические и русловые расчеты. Приводят конструктивные решения для всех сооружений перехода, обоснованные необходимыми расчетами на прочность и устойчивость. Определение наибольших возможных бытовых глубин речного потока у различных опор моста называется прогнозом природных русловых деформаций.

Как правило, после постройки сооружений мостового перехода, стесняющих водоток, около них развиваются размывы, часто более опасные, чем природные русловые преобразования. В практике эксплуатации железных и автомобильных дорог нарушение устойчивости сооружений происходит в силу неблагоприятного развития русловых деформаций, в результате которых подмываются основания опор мостов, разрушаются насыпи подходов, регуляционные и защитные сооружения. Практика показывает, что во время высокого паводка в некоторых мостовых переходах под мостами через реку произошли значительные русловые переформирования, в результате чего возникли угрозы подмыва и обрушения опор автодорожных мостов [1].

Основные транспортные сооружения мостовых переходов часто приходится защищать от чрезмерно развивающихся размывов, сильных течений и т.д. При помощи регуляционных работ можно переместить размывы, т.е. локализовать их в местах, безопасных для основных транспортных сооружений мостового перехода, замедлить размывы, уменьшить их величину или отвести опасные течения от сооружений, которым угрожал размыв. Регуляционные сооружения должны проектироваться на основе изучения процесса русловых изменений, происходящих в результате постройки мостового перехода [2 – 4].

Современный процесс формирования речного русла, т.е. выработка его форм и размеров, происходит непрерывным взаимодействием водного потока с подвижным дном русла. Это взаимодействие приводит к образованию характерных форм рельефа дна и к формированию поля потока, представляющих собой крупные скопления совместно перемещающихся донных наносов.

Большое значение для практического учета русловых деформаций имеет выработанная систематизация морфологических русловых образований. Выделяется три вида этих образований:

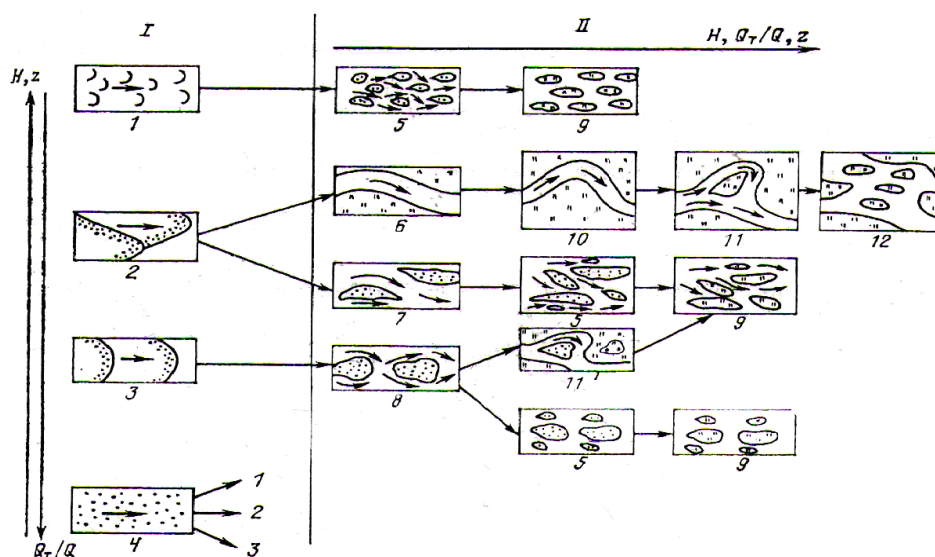
1. Малые русловые формы (микроформы) – мелкие массовые песчаные гряды, воспринимаемые, как шероховатость дна.

2. Средние русловые формы (мезоформы) – большие песчаные скопления, плановые и высотные размеры которых соизмеримы с шириной и глубиной русла.

3. Большие русловые формы (макроформы) – полный комплекс русловых и пойменных морфологических элементов, образующих единое морфологическое звено.

Внутри каждого из этих трех видов образований вводится своя схематизация. Этим достигается охват всех доступных нашему знанию качественно различных элементов руслового процесса. Непосредственно для инженерной практики особое значение представляет систематизация макроформ, поскольку каждому типу макроформы соответствуют свои, качественно различные деформации, различные измерители этих деформаций и свои различные инженерные задачи.

Всего рассматривается пять основных типов и два дополнительных (рисунок): 1) ленточно-грядовый тип; 1 а) осередковый тип, или русловая многорукавность; 2) побочный тип; 3) меандрирование ограниченное; 4) меандрирование свободное; 5) меандрирование незавершенное; 5 а) пойменная многорукавность. Все эти типы представляют единую систему с последующим убыванием удельного расхода наносов и появлением в каждом типе качественно нового элемента. Причины появления и характеристика этих типизаций русловых процессов подробно изложены в [5].



Усовершенствованная типизация русловых процессов [5]: I – активные процессы, т.е. такие, когда поток формирует себе русло: 1 – осередковый; 2 – побочный; 3 – ленточно-грядовый; 4 – блуждающие русла (транспорт донных наносов в паводок некоторое время осуществляется в виде гладкой фазы, а затем при уменьшении расходов возникает 1-й, 2-й или 3-й типы процесса, что приводит к дискретности движения и возникновению русловых форм); II – пассивные процессы, формирующиеся на унаследованных формах: 5 – русловая многорукавность; 6 – ограниченное меандрирование; 7 – отторжение побочного типа, ложно воспринимаемое как осередковый процесс; 8 – бифуркация, также ложно принимаемая за осередковый процесс или иногда именуемая ленточно-грядовым процессом; 9 – ложная пойменная многорукавность; 10 – свободное меандрирование; 11 – незавершенное меандрирование; 11' – ложное незавершенное меандрирование; 12 – пойменная многорукавность. Стрелками на рисунке показано увеличение пойменных характеристик

Расчет деформаций производится по смещению русловых образований участка:

$$S = C_T \cdot T, \quad (1)$$

где S – смещение русловых форм; C_T – скорость перемещения гряд; T – время, соответствующее ступеньке данного расхода.

Таким путем определяются деформации дна при перемещении мезоформ, находящихся в активной форме движения гряд. Расход донных наносов в створе гребня можно выразить путем смещения главной гряды:

$$q_{TB} = \frac{\Delta C_T}{2}, \quad (2)$$

где Δ – высота мезоформы, определяемая по длине в горизонталях как разность отметок наиболее высокой части русловой формы и её подваля; C_T – скорость перемещения гряд, определяемая по графику Н.С.Знаменской [5], и смытый объём W за время t :

$$W = q_{TB} \cdot t = C_T \frac{\Delta t}{2}, \quad (3)$$

откуда находят сработку переката ε :

$$\varepsilon_1 = \frac{l_1 \Delta_1}{\lambda_1}, \quad (4)$$

где l_1 – величина отступления гребня от первоначального положения может быть определена по формуле

$$l_1 = \frac{4W}{\Delta_1}. \quad (5)$$

В этих зависимостях Δ_1 и λ_1 означают первоначальную длину и высоту деформируемой мезоформы.

Расчеты смещения русловых форм могут использоваться как при непосредственном определении скоростей сползания побочного типа, перекатов, осередков и ленточных гряд, так и при решении некоторых иных частных задач.

Принято различать два типа меандрирующих рек с извилистыми руслами. Если спрямление русла происходит только в результате сближения двух излучин, от чего водный поток прорывается кратчайшим путем, то такие реки называют реками заверщенного меандрирования. Если поток прорезает себе в пойменных грунтах в длинную промоину – спрямление, то такие реки называют реками с незавершенным меандрированием.

Непрерывное взаимодействие водного потока с подвижным дном русла характеризуется тремя параметрами: расходом воды Q , расходом наносов G и размывающей скоростью потока, а также тремя геометрическими характеристиками русла: средней шириной – B ; средней глубиной – H ; уклоном – J .

Эти шесть характеристик любого участка реки связаны между собой всего тремя уравнениями: средней скорости течения (Шези); постоянства расхода воды; расхода руслоформирующих наносов.

По уравнению Шези имеем

$$\frac{B}{H} = \frac{QJ^{\frac{3}{2}}}{n^3 \theta^4}. \quad (6)$$

В этой формуле скорость θ и уклон J представляют фактически значения параметров потока, которые в одних случаях оказываются заданными внешними условиями руслообразования, а в других устанавливаются в результате руслового процесса, т.е. в соответствии с транспортированием наносов, поступающих сверху по течению. Показатель формы русла (6) позволяет проанализировать влияние параметров речного потока на размеры русла. Так, увеличение уклона приводит к увеличению отношения $B: H$, т.е. на больших уклонах русла рек относительно мельче. При увеличении скорости течения русло становится глубже и сужается.

Анализ исследований показывает, что относительная ширина рек увеличивается с ростом расхода наносов. Реки, несущие крупные грунты – гальку, валуны, особенно мелки и широки. Продольные перемещения извилин русла могут привести к смещению под мост наиболее глубокого сечения этой излучины, на которой располагается мост. Следовательно, в расчет размывов

следует вводить наибольшую из глубин, измеренных при изысканиях во многих створах, которые расположены на этой излучине, а не только в створе, где предусматривается разместить мост.

Продольное смещение излучин может привести к дополнительному искривлению русла под мостом, т.е. к росту кривизны по сравнению с зафиксированной на изысканиях. Это искривление также может привести к увеличению глубины русла. Такое увеличение глубин может быть прогнозировано путем обследования крупных излучин русла в районе мостового перехода. Например, перемещение русла меандрирующей р. Суры под мостом у г. Пензы не было учтено в проекте. Поэтому фундамент опоры моста, к которой переместилось русло, не имел надлежащего заглубления [6]. Это привело к необходимости реконструировать одну из опор для предохранения её от подмыва [7].

Перемещение русел меандрирующих рек происходит медленно: обычно нужны десятилетия, чтобы русло переместилось от одного устья моста к другому. Однако сроки перемещения русел чаще всего короче срока службы сооружений перехода. При стеснении реки мостовым переходом изменение русел у моста происходит быстрее, чем до постройки перехода.

Блуждающие беспойменные реки меняют очертания поперечных сечений под мостом беспорядочно, так как скопления наносов в русле с неустойчивыми берегами перемещаются тоже беспорядочно. Место развития наибольшей глубины в подмостовом сечении неопределенно, поэтому наибольшая бытовая глубина может размещаться у любой из опор проектируемого моста. Это подтверждает изменение русла под мостом через блуждающую р. Сырдарью за несколько лет. За годы с 1917 по 1931 наибольшая глубина наблюдалась практически у всех опор моста.

В нижнем течении реки часто происходит процесс аккумуляирования наносов, выносимых рекой из зоны эрозии. Происходящее при этом наращивание дна реки безопасно для опор моста, но приводит к другим опасным последствиям. На реках, несущих много наносов, замечается занесение отверстий мостов наносами и значительное повышение уровня воды, что приводит к уменьшению подмостовых габаритов и подтоплению насыпей подходов. Например, дно русла на одном из участков р. Амударьи поднимается до 1.5 м в столетие в бытовых условиях.

В связи с длительным сроком службы капитальных сооружений мостовых переходов вековые русловые изменения, связанные с понижением дна в зоне эрозии или наращиванием конуса выноса, также необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации мостовых переходов через водотоки.

Темп понижения дна в зоне эрозии или наращивания конуса выноса устанавливают сопоставлением нескольких кривых расхода $H=f(Q)$, построенных в разные годы гидрометрическим путем. Изменение уровня воды, соответствующего одному и тому же расходу, покажет повышение или понижение всей реки за время, прошедшее между двумя гидрометрическими измерениями.

Недавно проведенные К.И. Баймановым исследования по деформациям русел каналов низовьев р. Амударьи показывают, что на всех участках этих каналов имеют место значительные уширения русла и подъем дна вследствие интенсивного руслового переформирования [4]. За последние годы ширина русла увеличилась на 2 – 3 раза по сравнению с проектной, а глубина фарватера в отдельных местах уменьшилась до 1.0 м. Эти русловые деформации в период эксплуатации вызывают интенсивные размывы особенно береговых устойчивых частей и в перспективе способствуют опасности разрушения мостов. Поэтому при проектировании и эксплуатации мостовых переходов через оросительные каналы Республики Каракалпакстан необходимо учитывать расширение русел каналов, происходящее вследствие природных русловых образований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андреев О. В. Проектирование мостовых переходов. М.: Транспорт, 1980. – 215 с.
- [2] Андрианов Ю. А. Главная причина аварий мостов и способ ее устранения // Сб. науч. трудов МАДИ «Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации автодорожных мостов и тоннелей». М.: МАДИ, 2004. С. 43 – 57.
- [3] Бегам Л. Г., Алтунин В. С., Цыпин В. Ш. Регулирование водных потоков при проектировании дорог. М.: Транспорт, 1977. – 304 с.
- [4] Байманов К. И. Русловая деформация каналов при плотинном водозаборе из р. Амударьи // Мелиорация и водное хозяйство. М., 2001. №12. С. 42 – 48.
- [5] Знаменская Н. С. Донные наносы и русловые процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 192 с.

- [6] КМК 2.05.03 – 97. Мосты и трубы. Ташкент: Госкомархитекстрой РУз, 2002. – 452 с.
 [7] Раупов Ч.С., Красин Н.А. Изыскания и проектирование мостовых переходов. Учебное пособие. Ташкент: ТАДИ, 2009. – 84 с.

Каракалпакский государственный университет им. Бердаха

Дата поступления
15.05.2017

К.И. Байманов, Р.К. Байманов. Кўприк йўлаклари лойиҳашида дарёнинг табиий деформацияларини ҳисобга олиш

Мақолада ўзан ҳосил қилувчиларнинг ҳар қил турлари ва уларнинг кўприк йўлакларининг турғунлигига таъсири келтирилган. Кўприк конструкцияларининг бузилишига хавф тугдирадиган макроформа ҳаракатларининг ўзгачаликлари топилган. Кўприкларни лойиҳашида ва фойдаланишида ўзан деформацияларини ҳисобга олиш таснифлари келтирилган.

K.I. Baimanov, R.K. Baimanov. Counting of natural deformation of river channels in the design of bridges

The article describes the different types of fluvial formations and their influence on the stability of the bridge. The features of the motion of macroforms, causing a danger of destruction of bridge structures. Recommendations are given on the counting of channel deformation during the design and operation of the bridges.

УДК 539.3

А.М. КАРИМОВ

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ВЯЗКОУПРУГИХ КОМПОЗИТОВ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

В работе метод осреднения, предложенный Б.Е. Победрей [1], обобщается применительно к динамическим задачам вязкоупругих композиционных материалов регулярной структуры в произвольной криволинейной системе координат.

Рассмотрим вязкоупругий композиционный материал квазипериодической структуры, занимающий объем Ω , ограниченный поверхностью Σ , компоненты тензора функции релаксации $R^{ijkl}(\vec{x}, t)$ и плотность $\rho(\vec{x})$ которого обладают следующими свойствами:

$$R^{ijkl}(x^1 + n_1 a^1, x^2 + n_2 a^2, x^3 + n_3 a^3) = R^{ijkl}(x^1, x^2, x^3),$$

$$\rho(x^1 + n_1 a^1, x^2 + n_2 a^2, x^3 + n_3 a^3) = \rho(x^1, x^2, x^3).$$

Здесь n_i – произвольные целые числа; a^i – постоянные, характеризующие период регулярной структуры; x^1, x^2, x^3 – координаты рассматриваемой произвольной криволинейной системы координат.

Вводим быстрые криволинейные координаты

$$\zeta^\theta = \frac{x^\theta}{\varepsilon} + n_\theta \cdot \frac{a^\theta}{\varepsilon} \quad (\theta = 1, 2, 3),$$

частную производную по которым будем обозначать вертикальной чертой, а операция частного дифференцирования по обычным переменным – запятой. Здесь ε – малый геометрический параметр, равный отношению характерного размера ячейки периодичности к характерному размеру рассматриваемого тела.

Для решения динамической задачи вязкоупругих композитов квазипериодической структуры запишем уравнения движения [2] в криволинейной системе координат

$$\sigma^{ij}_{,j} + 2\Gamma^{(i}_{jl}\sigma^{j)l} + X^i = \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2},$$

а связь между напряжениями и деформациями в виде

$$\sigma^{ij} = \bar{R}^{ijmn}(\vec{\zeta}, \vec{x}) (u_{m,n} - \Gamma_{mn}^p u_p),$$

причем, согласно [3], принята запись

$$\tilde{R}^{ijkl}(\vec{\zeta}, \vec{x}) \vartheta_{kl} = \int_0^t R^{ijkl}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t - \tau) d\vartheta_{kl}(\tau).$$

Пусть заданы граничные условия смещенного типа

$$u_{i|\Sigma_1} = u_i^0, \quad \tilde{R}^{ijmn}(\vec{\zeta}, \vec{x}) (u_{m,n} - \Gamma_{mn}^p u_p) n_{j|\Sigma_2} = S_0^i,$$

а также начальные данные

$$u_{i|t=0} = U_i^0(\vec{x}), \quad \frac{\partial u_i}{\partial t} \Big|_{t=0} = W_i^0(\vec{x}).$$

Здесь σ^{ij} – компоненты тензора напряжений; u_i – компоненты вектора перемещений; X^i – компоненты вектора объемных сил; Γ_{jl}^i – символы Кристоффеля 2-го рода, круглыми скобками в индексе обозначена операция симметрирования [4]; $\vec{u}^0$ – вектор перемещений, заданный на части Σ_1 поверхности Σ ; $\vec{S}_0$ – вектор усилий, заданный на остальной части Σ_2 поверхности Σ ; $\vec{n}$ – единичный вектор нормали к поверхности Σ .

Решение поставленной динамической задачи теории вязкоупругости для композиционных материалов регулярной структуры будем искать в виде асимптотического разложения по малому параметру ε

$$u_i(\vec{x}, t) = \sum_{q=0}^{\infty} \varepsilon^q \sum_{p=0}^q \sum_{\beta} N_{(q)(p)(\beta)m}^{ik_1 k_2 k_3 \dots k_{p-2\beta}}(\vec{\zeta}, \vec{x}) \frac{\partial^{2\beta} v_{i, k_1 k_2 k_3 \dots k_{p-2\beta}}(\vec{x}, t)}{\partial t^{2\beta}},$$

где локальные ядра релаксации $N_{(q)(p)(\beta)m}^{ik_1 k_2 k_3 \dots k_{p-2\beta}}(\vec{\zeta}, \vec{x})$ зависят от медленных и быстрых координат, суммирование по β происходит от $\beta=0$ так, чтобы выполнялось условие $p-2q \geq 0$, причем все локальные функции с отрицательными индексами равны нулю. Для того чтобы локальные ядра релаксации были непрерывными при их периодическом продолжении по ячейкам квазипериодичности, необходимо выполнение условий

$$\llbracket N_{(q)(p)(\beta)m}^{ik_1 k_2 k_3 \dots k_{p-2\beta}}(\vec{\zeta}, \vec{x}) \rrbracket = 0.$$

Здесь $\llbracket N \rrbracket$ означает величину скачка функции N при переходе границы квазипериодичности в направлении внешней нормали.

После обычной процедуры метода осреднения [5, 6] для нахождения локальных функции получаем рекуррентную последовательность дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} & \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q+2)(p+2)(\beta)m|n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} \right)_j + \left(\tilde{R}^{ijmk} N_{(q+1)(p+1)(\beta)m}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+1-2\beta}} \right)_j + \tilde{R}^{ik} N_{(q+1)(p+1)(\beta)m|n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+1-2\beta}} + \\ & + \tilde{R}^{ik} N_{p+2-2\beta}^{mk} N_{(q)(p)(\beta)m}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p-2\beta}} + \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q+1)(p+2)(\beta)m|n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} \right)_j + \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q+1)(p+2)(\beta)m,n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} \right)_j + \\ & + \tilde{R}^{ik} N_{p+2-2\beta}^{mn} N_{(q)(p+1)(\beta)m,n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+1-2\beta}} - \Gamma_{mn}^s \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q+1)(p+2)(\beta)s}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} \right)_j - \Gamma_{mn}^s \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q)(p+2)(\beta)s}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+1-2\beta}} \right)_j - \\ & - \Gamma_{mn}^s \tilde{R}^{ijmn} N_{(q)(p+2)(\beta)s}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} - \Gamma_{mn}^s \tilde{R}^{ik} N_{(q)(p+1)(\beta)s}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+1-2\beta}} + \\ & + 2\Gamma_{jr}^{(i} \tilde{R}^{j)rmn} \left(N_{(q+1)(p+2)(\beta)m|n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} + N_{(q)(p+2)(\beta)m,n}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} - \Gamma_{mn}^s N_{(q)(p+2)(\beta)s}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} \right) + \\ & + 2\Gamma_{jr}^{(i} \tilde{R}^{j)rmk} N_{(q)(p+1)(\beta)m}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+1-2\beta}} - \rho g^{ij} N_{(q)(p)(\beta-1)j}^{lk_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}} = h_{(q)(\beta)m}^{ik_1 k_2 k_3 \dots k_{p+2-2\beta}}(\vec{x}, t), \end{aligned}$$

где g^{ij} – фундаментальная матрица, $q = -1, 0, 1, 2, 3, \dots$; $p = -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$; $\beta = 0, 1, 2, 3, \dots$

Ядра операторов $\tilde{h}_{(q)(p)(\beta)m}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}}(\vec{x}, t)$ определяются осреднением

$$\begin{aligned} h_{(q)(p)(\beta)m}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}}(\vec{x}, t) = & \tilde{R}_{p+2-2\beta}^{ikmn} N_{(q+1)(p+1)(\beta)m|n}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}} + \tilde{R}_{p+2-2\beta}^{ikmk} N_{(q)(p)(\beta)m}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}} + \\ & + \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q+1)(p+2)(\beta)m|n}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} \right)_{,j} + \tilde{R}_{p+2-2\beta}^{ikmn} N_{(q)(p+1)(\beta)m,n}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}} - \Gamma_{mn}^s \left(\tilde{R}^{ijmn} N_{(q)(p+2)(\beta)s}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}} \right)_{,j} - \\ & - \Gamma_{mn}^s \tilde{R}^{ijmn} N_{(q)(p+2)(\beta)s}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} - \Gamma_{mn}^s \tilde{R}_{p+2-2\beta}^{ikmn} N_{(q)(p+1)(\beta)s}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}} + \\ & + 2\Gamma_{jr}^{(i} \tilde{R}^{j)rmn} \left(N_{(q+1)(p+2)(\beta)m|n}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} + N_{(q)(p+2)(\beta)m,n}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} - \Gamma_{mn}^s N_{(q)(p+2)(\beta)s}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} \right) + \\ & + 2\Gamma_{jr}^{(i} \tilde{R}^{j)rmk} N_{(q)(p+1)(\beta)m}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}} - \rho g^{ij} N_{(q)(p)(\beta-1)j}^{lk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} >. \end{aligned}$$

Для определения “среднего” поля перемещений

$$v_i(\vec{x}, t) = \sum_{m=0}^{\infty} \varepsilon^m w_i^{\{m\}}(\vec{x}, t)$$

находим рекуррентную последовательность динамических задач теории вязкоупругости с эффективными ядрами релаксации для однородного тела

$$\tilde{h}_{(0)(-2)(0)}^{ij} w_j^{\{m\}} + \tilde{h}_{(0)(-1)(0)}^{ijk} w_{j,k}^{\{m\}} + \tilde{h}_{(0)(0)(0)}^{ijkl} w_{j,kl}^{\{m\}} + X_{\{m\}}^i = -h_{(0)(0)(1)}^{ij} \frac{\partial^2 w_j^{\{m\}}}{\partial t^2},$$

$$w_{i|\Sigma_1}^{\{m\}} = u_i^{\{m\}}, \quad \left(\tilde{h}_{(0)(-1)(0)}^{ijl} w_j^{\{m\}} + \tilde{h}_{(0)(0)(0)}^{ijkl} w_{k,l}^{\{m\}} \right) n_{j|\Sigma_2} = S_{\{m\}}^i,$$

$$t=0: w_i^{\{m\}} = U_i^{\{m\}}, \quad \frac{\partial w_i^{\{m\}}}{\partial t} = W_i^{\{m\}},$$

где

$$X_{\{m\}}^i = \begin{cases} X^i, & m=0, \\ \sum_{n=1}^m \sum_{p=-2}^n \sum_{\beta} \tilde{h}_{(n)(p)(\beta)}^{ijk_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}} \frac{\partial^{2\beta}}{\partial t^{2\beta}} w_{j,k_1k_2k_3\dots k_{p+2-2\beta}}^{\{m-n\}}, & m>0, \end{cases}$$

$$S_{\{m\}}^i = \begin{cases} S_0^i, & m=0, \\ -\sum_{n=1}^m \sum_{p=-2}^n \sum_{\beta} \left(\tilde{h}_{(n)(p)(\beta)}^{ijk_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}} \frac{\partial^{2\beta}}{\partial t^{2\beta}} w_{j,k_1k_2k_3\dots k_{p+1-2\beta}}^{\{m-n\}} \right)_{|\Sigma_2}, & m>0, \end{cases}$$

$$u_i^{\{m\}} = \begin{cases} u_i^0, & m=0, \\ -\sum_{n=1}^m \sum_{p=-1}^n \sum_{\beta} \left(N_{(n)(p)(\beta)i}^{jk_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}} \frac{\partial^{2\beta}}{\partial t^{2\beta}} w_{j,k_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}}^{\{m-n\}} \right)_{|\Sigma_1}, & m>0, \end{cases}$$

$$U_i^{\{m\}} = \begin{cases} U_i^0, & m=0, \\ -\sum_{n=1}^m \sum_{p=-1}^n \sum_{\beta} \left(N_{(n)(p)(\beta)i}^{jk_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}} \frac{\partial^{2\beta}}{\partial t^{2\beta}} w_{j,k_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}}^{\{m-n\}} \right)_{|t=0}, & m>0, \end{cases}$$

$$W_i^{\{m\}} = \begin{cases} W_i^0, & m=0, \\ -\sum_{n=1}^m \sum_{p=-1}^n \sum_{\beta} \left(N_{(n)(p)(\beta)i}^{jk_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}} \frac{\partial^{2\beta+1}}{\partial t^{2\beta+1}} w_{j,k_1k_2k_3\dots k_{p-2\beta}}^{\{m-n\}} \right)_{|t=0}, & m>0. \end{cases}$$

В частности, ядра релаксации нулевого приближения определяются по формулам

$$R_{(0)}^{ijk}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t) = \tilde{R}^{ijmn}(\vec{\zeta}, \vec{x}) N_{(0)m|n}^k - \Gamma_{mn}^k(\vec{x}) R^{ijmn}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t),$$

$$R_{(0)}^{ijkl}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t) = \tilde{R}^{ijmn}(\vec{\zeta}, \vec{x}) N_{(1)m|n}^{kl} + R^{ijkl}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t).$$

Эффективные характеристики регулярного вязкоупругого композита находятся, интегрируя ядра релаксации по объему ячейки квазипериодичности

$$h^{ijk}(\vec{x}, t) = \iiint_{V_{\zeta}} R_{(0)}^{ijk}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t) d\zeta_1 d\zeta_2 d\zeta_3, \quad h^{ijkl}(\vec{x}, t) = \iiint_{V_{\zeta}} R_{(0)}^{ijkl}(\vec{\zeta}, \vec{x}, t) d\zeta_1 d\zeta_2 d\zeta_3.$$

Таким образом, динамическая задача теории вязкоупругости для композиционных материалов квазипериодической структуры сводится к решению двух рекуррентных последовательностей задач. А именно: задачи неоднородной теории вязкоупругости на ячейке квазипериодичности и начально-краевых задач для однородного вязкоупругого тела.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Победря Б. Е. Механика композиционных материалов. М.: Изд-во МГУ, 1984. – 336 с.
- [2] Ильяшин А. А., Победря Б. Е. Основы математической теории термовязкоупругости. М.: Наука, 1970. – 280 с.
- [3] Победря Б. Е., Георгиевский Д. В. Основы механики сплошной среды. М.: Физматлит, 2006. – 306 с.
- [4] Победря Б. Е. Лекции по тензорному анализу. М.: Изд-во МГУ, 1989. – 263 с.
- [5] Каримов А. М. Вариант метода осреднения для решения динамических задач упругих композитов регулярной структуры // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2000. № 2. С. 22 – 25.
- [6] Каримов А. М. Дисперсионное уравнение упругого волокнистого композита периодической структуры // Материалы Международной научно-технической конференции «Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений». Ташкент. 12 – 14 сентября 2016. С. 276 – 278.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

А.М. Каримов. Даврий тузлишли ёпишқоқ эластик аралаш муҳитнинг динамик масалаларини ечиш учун ўрталаштириш усули

Мақолада ўрталаштириш усули ихтиёрий эгри чизиқли координата системасида ёпишқоқ эластик аралаш муҳитнинг динамик масалаларини ечиш учун умумлаштирилган.

A.M. Karimov. Method for dynamic problem of viscoelastic composites with regular stricture

In this paper the averaging method for dynamic problem of viscoelastic composites with regular stricture in arbitrary curve coordinate system is given.

УДК 621.01

Р.И. КАРИМОВ, Н.Н. БЕГИМОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КУЛАЧКОВО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПРИ УЧЕТЕ УПРУГОСТИ ВЕДОМОГО ЗВЕНА

Накопление материалов, содержащих сведения о наиболее динамических моделях машинных агрегатов, является весьма существенным условием их рационального проектирования и дальнейшего совершенствования. Как известно, кулачково-рычажные механизмы относятся к классу цикловых механизмов. При динамических расчётах специфика цикловых механизмов проявляется не только в существенно больших возмущениях, но, как правило, и в более сложном характере динамических связей из-за переменности параметров машинного агрегата, кинематических нелинейностей, содержащихся в функции положения и в силу ряда факторов. Как следствие этого, возникают качественно более сложные динамические эффекты [1, 2].

Рассмотрим динамическую модель кулачково-рычажного механизма, когда упругий элемент установлен между ползуном и шатуном. Расчётная схема данного механизма показана на рис. 1.

В схеме на рис. 1 масса шатуна 4 является приведенной к оси ролика 3' и точке шатуна «В». В этом случае динамическая модель относится к классу моделей, у которых ведущая часть является абсолютно жесткой, а ведомая может быть представлена колебательной системой с одной или многими степенями свободы. Рассмотрим кулачково-рычажный механизм, в котором ведомая часть представлена колебательной системой с одной степенью подвижности.

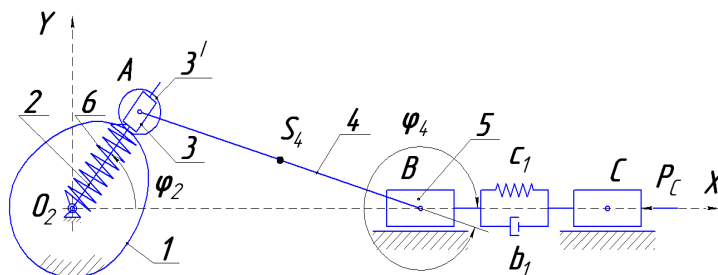


Рис. 1. Расчётная схема кулачково-рычажного механизма при учёте упругости ползуна: 1 – кулачок; 2 – кривошип; 3 – камень; 3' – ролик; 4 – шатун; 5 – приведенная часть массы шатуна; 5' – масса ползуна; 6 – пружина силового замыкания

Динамическую модель рассматриваемого механизма можно представить в виде, приведенном на рис. 2. Здесь M_o – движущий момент на валу ротора электродвигателя; J_o – суммарный момент инерции ротора электродвигателя и ведущей шестерни; φ_o – угол поворота ротора электродвигателя; U_{o2} – передаточное отношение между валом ротора электродвигателя и кривошипом; φ_2 – угол поворота кривошипа; J_{2np} – суммарный приведенный к валу кривошипа момент инерции кривошипа, камня, ролика и части массы шатуна; $f_B(\varphi_2)$ – функция положения ползуна идеального кулачково-рычажного механизма; c_1 – жесткость упругого элемента ползуна; b_1 – коэффициент эквивалентного линейного сопротивления упругого элемента ползуна; m_4 – приведенная часть массы шатуна; m_5 – масса ползуна; S_B – перемещение приведенной массы шатуна; S_C – абсолютное перемещение ползуна; P_C – сила сопротивления, приложенная к ползуну.

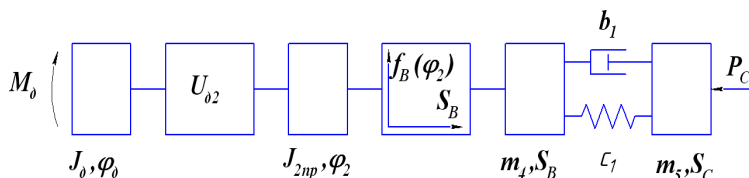


Рис. 2. Схема динамической модели кулачково-рычажного механизма при учёте упругости ведомого звена

Наиболее общей формой математической модели машинного агрегата с кулачково-рычажным механизмом при учёте упругости звеньев является система уравнений Лагранжа 2-го рода

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = \sum Q_i, \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия системы; q_i – обобщенная координата; $\sum Q_i$ – сумма обобщенных сил, действующих по направлению i -й обобщенной координаты.

В данном машинном агрегате действуют обобщенные силы трёх видов:

- потенциальные $Q_{ni} = -\frac{\partial \Pi}{\partial q_i}$, где $\Pi(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$ – потенциальная энергия системы;
- диссипативные $Q_{\phi i} = -\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i}$, где $\Phi(q_1, q_2, \dots, q_n, t)$ – диссипативная функция;
- внешние силы $\sum Q_i$.

С учетом вышеуказанного уравнение Лагранжа 2-го рода можно записать в следующем виде:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = -\frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} + \sum Q_i. \quad (2)$$

Для динамической модели, показанной на рис. 2, примем в качестве обобщенных координат угол поворота кривошипа φ_2 и абсолютные перемещения ползуна S_C . В этом случае математическую модель машинного агрегата с кулачково-рычажным механизмом при учёте упругости

ведомой части и линеаризованной динамической характеристики асинхронного электродвигателя можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned}\frac{dM_\partial}{dt} &= 2M_\kappa \omega_c - 2PM_\kappa \omega_\kappa u_{\partial\kappa} - \omega_c S_\kappa M_\partial, \\ J_{2np} \ddot{\varphi}_2 &= M_\partial u_{2\partial} + b_1 [\dot{S}_c - \dot{\varphi}_2 f'_B(\varphi_2)] f'_B(\varphi_2) + c_1 [S_c - f_B(\varphi_2)] f'_B(\varphi_2), \\ m_c \ddot{S}_c &= -b_1 [\dot{S}_c - \dot{\varphi}_2 f'_B(\varphi_2)] - c_1 [S_c - f_B(\varphi_2)] - P_c,\end{aligned}\quad (3)$$

где M_∂ – движущий момент на валу ротора; t – время; M_κ – критический момент; $\omega_c = 2\pi f_c$ – угловая частота сети; P – число пар полюсов; ω_κ – угловая скорость кривошипа; ω_∂ – угловая скорость ротора электродвигателя; $u_{\partial\kappa}$ – передаточное отношение между валом ротора электродвигателя и валом кривошипа; J_{np} – приведенный момент инерции механизма, $\varphi_\kappa, \dot{\varphi}_\kappa, \ddot{\varphi}_\kappa$ – угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение звена приведения (кривошипа); b_1 – коэффициент эквивалентного линейного сопротивления упругого элемента ползуна; P_c – сила сопротивления, приложенная к ползуну; f_c – частота питающей сети.

Отсюда

$$S_\kappa = S_n \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right), \quad M_{\partial,np} = M_\partial u_{2\partial}, \quad M_\kappa = M_n \cdot \lambda, \quad (4)$$

где S_n – номинальное скольжение; $M_{\partial,np}$ – приведенный к звену (кривошипу) движущий момент; M_n – номинальный момент; λ – коэффициент перегрузки.

Система нелинейных дифференциальных уравнений (3) решалась методом Рунге – Кутты с автоматическим выбором шага интегрирования в среде «MathCAD 15» [3, 4] при следующих начальных условиях: $(M_\partial)_0=0$, $(\varphi_\partial)_0=0$, $(\dot{\varphi}_\partial)_0=0$, $(S_c)_0=0$, $(\dot{S}_c)_0=0$. В качестве кулачка использован обычный эксцентрик со следующими параметрами: $r=0.11$ м, $\varepsilon=0.05$ м, длина кривошипа равнялась $l_4=0.7$ м.

По результатам расчётов на ЭВМ были определены закономерности изменения абсолютных перемещений $S_c(t)$, скоростей $\dot{S}_c(t)$, ускорений $\ddot{S}_c(t)$ ползуна. Кроме того, определены деформации упругого элемента $q(t)=S_c(t)-f_B(\varphi_2)$ закономерности изменения перемещений и $\dot{q}(t) = \dot{S}_c(t) - \dot{\varphi}_2 f'_B(\varphi_2)$ скоростей точки «С» ползуна $\ddot{q}(\varphi_2) = \frac{d\dot{q}}{dt}$.

Анализ численных значений $q_{\max}, q_{\min}, \Delta q, \dot{q}_{\max}, \dot{q}_{\min}, \Delta \dot{q}, \ddot{q}_{\max}, \ddot{q}_{\min}, \Delta \ddot{q}$ при вариации $u_{2\partial}$, при $c_1=10^5$ Н/м, $b_1=1$ Нс/м, $u_{2\partial}=0.107$, $P_{c\max}=400$ Н показал, что с увеличением передаточного отношения $u_{\partial 2}$ с 0.052 до 0.268 (приблизительно соответствует средней угловой скорости вала кривошипа 5 с^{-1} и 25 с^{-1}) размах колебаний Δq увеличивается с 0.00031 до 0.0079 м, $\Delta \dot{q}$ увеличивается с 0.025 до 0.845 м/с, $\Delta \ddot{q}$ возрастает с 5.6 до 147.22 м/с². Таким образом, очевидно, что при средней угловой скорости кривошипа, приблизительно равной 25 с^{-1} , деформации упругого элемента ползуна становятся значительными. Этот фактор необходимо учитывать при проектировании кулачково-рычажных механизмов.

С целью изучения влияния коэффициента жесткости ползуна $q_{\max}, q_{\min}, \Delta q, \dot{q}_{\max}, \dot{q}_{\min}, \Delta \dot{q}, \ddot{q}_{\max}, \ddot{q}_{\min}, \Delta \ddot{q}$ определяли при вариации c_1 с $2 \cdot 10^4$ до 10^5 Н/м с шагом в $2 \cdot 10^4$ Н/м, при этом $m_c=2$ кг, $b_1=1$ Нс/м, $u_{\partial 2}=0.052$, $P_{c\max}=400$ Н. Установлено, что с увеличением жесткости в принятых пределах Δq уменьшается с 0.0016 до 0.00031 м, $\Delta \dot{q}$ уменьшается с 0.059 до 0.25 м/с, $\Delta \ddot{q}$ практически не изменяется и равно 5.6 м/с^2 . Для определения влияния большей массы ползуна при $m_c=5$ кг, $b_1=1$ Нс/м, $u_{\partial 2}=0.107$, $P_{c\max}=400$ Н расчеты показали, что в этом случае Δq уменьшается с 0.016 до 0.0033 м, $\Delta \dot{q}$ уменьшается с 0.53 до 0.196 м/с, $\Delta \ddot{q}$ уменьшается с 24.3 до 22.9 м/с². Как видно, при коэффициенте жесткости, равном $2 \cdot 10^4$ Н/м, деформации упругого элемента достаточно значительны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1988. – 640 с.
- [2] Каримов Р. И., Садуллаев Ш. А. Моделирование кинематики и динамики кулачкового-рычажного механизма с двухповодковой группой 2-го вида. Ташкент: ТашГТУ, 2013.
- [3] Дьяконов В. П. Справочник по MathCADPLUS 7.0 PRO. М.: СК Пресс, 2013. – 345 с.
- [4] Каримов Р. И., Бегимов Н. Н. Моделирование кинематики и кинестатики цикловых механизмов. Ташкент: ТашГТУ, 2015.

Ташкентский государственный технический университет

Дата поступления
16.03.2018

Р.И. Каримов, Н.Н. Бегимов. Кулачок-ричагли механизмнинг динамик моделилаштиришида етакловчи звенонинг эластиклигини ҳисобга олиши

Мақолада шатун ва ползун орасига ўрнатилган эластик элементли кулачок-ричагли механизмнинг динамик ва математик моделлари келтирилган. Тузилган математик модель ЭХМда «MathCAD15» дастури орқали таҳлил қилинган. Ҳисоб натижалари бўйича эластик элемент деформацияси ва ползуннинг силжishi, тезлик ва тезланиш қонуниятлари аниқланган.

R.I. Karimov, N.N. Begimov. Modeling of the dynamics of the cam-lever mechanism with allowance for the elasticity of the driven member

The article presents the dynamic and mathematical models of the cam-lever mechanism with an elastic element installed between the connecting rod and the slider. The mathematically constructed model is implemented on a computer with the medium "MathCAD15". Based on the results of calculations, the regularities of the displacement, velocities and accelerations of the slider and also of the elastic element are established.

УЎК 677.21.021.125.7

Ю. КЎПАЛОВА, Б. ҚУЗИЕВ, Ж. КАРИМБЕРДИЕВ

ПАХТАНИ ҚУРИТИШ БАРАБАНИДА ИССИҚЛИК АЛМАШУВ ЖАРАЁНЛАРИНИ ТАҲЛИЛИ

Пахтани қуритиш барабанларида қуриш тезлиги пахтага берилаётган иссиқлик миқдорига боғлиқ бўлиб, у қуйидаги формула орқали аниқланади [1]:

$$Q = \alpha_v \cdot \Delta T \cdot V_o \cdot \kappa, \quad (1)$$

бунда α_v – қуритиш барабанининг 1 м^3 ҳажмига нисбатан олинган ҳажмий иссиқлик ўтказиш коэффициенти, $\text{кДж/м}^3 \cdot \text{соат} \cdot \text{град}$; $\Delta T = T_x - T_n$; T_x – иссиқ ҳаво температураси, $^{\circ}\text{C}$; T_n – пахтани қизиш температураси, $^{\circ}\text{C}$; V_o – барабан ҳажми; $\kappa=1,2$ – ўзгармас коэффициент.

(1) – формуладан кўриниб турибдики, Q қиймати ҳажмий иссиқлик ўтказиш коэффициенти α_v , иссиқ ҳаво ва қуритилаётган пахта температуралари фарқи ва барабан ҳажми V_o га боғлиқ.

Қуритиш барабани ҳажми $V_o = L\pi R^2 = 10 \cdot 3.14 \cdot 1.6^2 = 80.4 \text{ м}^3$ бўлиб, у ўзгармас. Пахта ва иссиқ ҳаво температураларини фарқини ошириш эса барабанга берилаётган иссиқ ҳаво температурасини кўтариш ҳисобига бажарилиши мумкин, лекин мавжуд барабанли қуритгичларда иссиқ ҳаво температуралари пахта сифатини бузмайдиган максимум қийматда олинади.

Шу сабабли пахтага иссиқлик беришни тезлаштириш α_v ҳисобига бўлиши мумкин. У қуйидаги формула орқали аниқланади [1]:

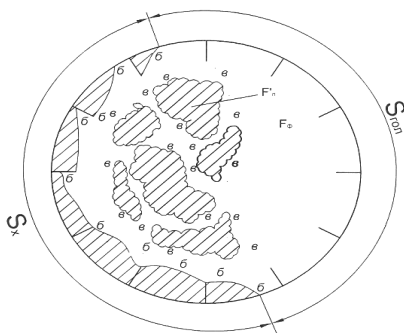
$$\alpha_v = \alpha_v' + \alpha_v'' + \alpha_v''' = a\alpha_{\kappa}'F_n' + \alpha_{\kappa}''F_n'' + \frac{\alpha_{\kappa}'''F_n'''(T_{\kappa} - T_n)}{\Delta T_{cp}}, \quad (2)$$

бунда $\alpha_v', \alpha_v'', \alpha_v'''$ – мос равишда пахтани кураклардан тушаётганда конвектив усулда ҳаводан, куракларда ётган пахтани ташки юзаси орқали ҳаводан конвектив усулда, пахтани барабанни қизиган юзаси орқали оладиган иссиқликни ҳисобга олувчи иссиқлик ўтказиш коэффициентлари, $\text{кДж/м}^2 \cdot \text{град} \cdot \text{соат}$; a – пахтани ҳавода эркин тушишига нисбатан барабанда тушаётган пахта юза-

сини ҳаво билан тўқнашуви камайишини инобатга олувчи коэффицент; F_n' – 1 м^3 барабан ҳажмига нисбатан олинган, кураклардан тушаётган пахта юзаларини йиғиндиси, м^2 ; F_n'' – куракларда ва барабан юзасида ётган пахтани ҳаво орқали иссиқлик олиш юзаси, м^2 ; F_n''' – барабанни пахта билан банд кураклари юзаси, м^2 ; ΔT_{cp}^k – барабан қобиғининг ўртача температураси, $^{\circ}\text{С}$.

(2)-формулани таҳлили пахта оладиган иссиқлик миқдори тушиш зонасидаги, барабан куракларидаги пахта юзасига ҳамда барабан юзасини температурасига боғлиқлигини кўрсатади.

1-расмда барабан кўндаланг кесимида пахтани тақсимланиши келтирилган.



1-расм. Қуритиш барабанини кўндаланг кесими

Барабанда пахта (1-расм) тушиш зонасида муаллақ ҳолда ҳамда куракларда бўлади. Барабан кўндаланг кесим юзасида пахта етарли даражада титилмаганлиги ва бир текис тақсимланмаганлиги туфайли у тўп тўп ҳолда тушади ва тушиш зонасида пахтадан ҳоли бўлган фойдасиз зона ҳосил бўлади.

Бир қатор тадқиқотчилар [2 – 5] томонидан пахтани барабанда титилганлик даражасини ошириш бўйича илмий ишлар олиб борилишига қарамасдан ҳали самарали натижага эришилгани йўқ.

Барабанда қуритишни иссиқлик ҳисобини амалга оширишда мураккаб масалалардан бири F_n' , F_n'' ва

F_n''' ларни қийматларини аниқлаш ҳисобланади. Чунки пахта бўлаклари аниқ бир геометрик шаклга эга бўлмайди, уларни юзаси барабан иш унумдорлигига боғлиқ бўлади [6, 7].

Мақолада ушбу пахта юзаларини аниқлаш усуллари берилган.

Барабаннинг 1 м^3 ҳажмига нисбатан олинган, кураклардан тушаётган пахта юзаси йиғиндиси F_n' қуйидаги формула орқали аниқлаш тавсия этилади.

$$F_n' = F_n^M * \xi * m, \quad (3)$$

бунда F_n^M – барабан курагидаги пахтани пастки пахта ғармидан чиқаётган вақтидаги кўндаланг кесим юзаси, м^2 ; ξ – тушиш зонасида куракдаги пахта юзасини ёйилиши ҳисобига катталашинини характерловчи коэффицент; m – бир вақтда пахта тушаётган кураклар сони.

Барабанни пастки қисмида ва куракларда ётган пахтани ташқи юзаси F_n'' ва барабаннинг пахтасиз ички мосламалари юзаси F_n''' қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади.

$$F_n'' = 1.27 \cdot \frac{\sum \delta \delta}{\partial^2}, \quad (4)$$

$$F_n''' = 1.27 \cdot \frac{S_{\text{зол}}}{\partial_o^2}, \quad (5)$$

бу ерда ∂ – барабан диаметри, м; $\sum \delta \delta$ – кураклардаги пахтани иссиқ ҳаво билан учрашувдаги кесимлари узунлиги, м; $S_{\text{зол}}$ – барабан кўндаланг кесим юзасидаги ички мосламаларини узунлиги, м.

Бунда 1-шаклдан

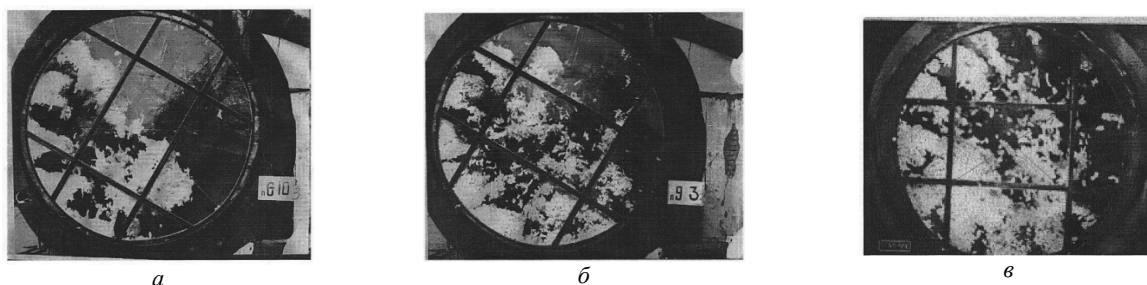
$$S_{\text{зол}} = \pi \partial - S_n + 2nh = \pi \partial - S_n + 2n(m - m_n), \quad (6)$$

бунда S_n – барабан ёйини пахта билан қопланган қисми, м; n – пахтасиз кураклар сони; h – кураклар баландлиги; m , m_n – мос равишда барабандаги куракларни умумий ва пахта билан қопланганлари сони.

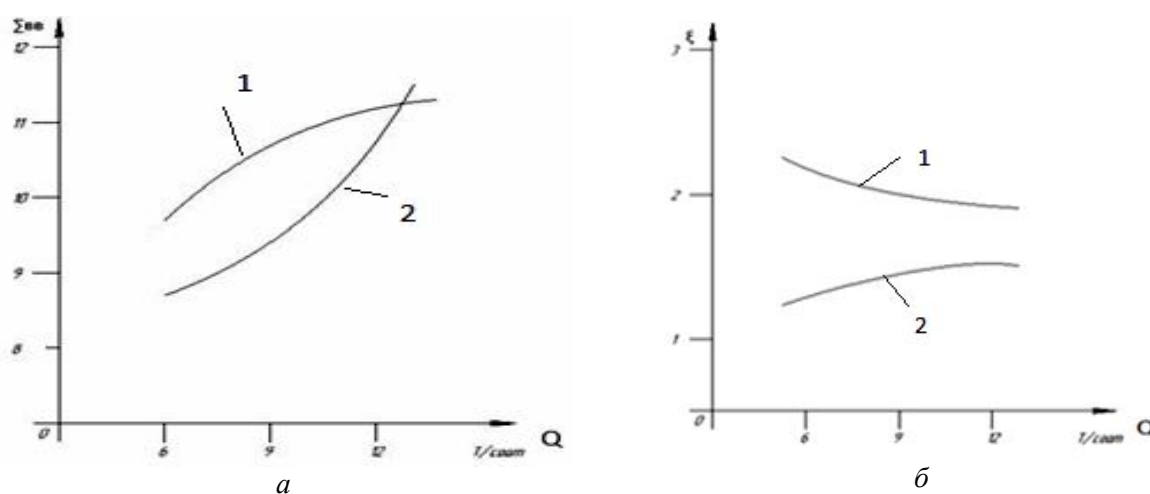
Юзаларни ҳисоблаш учун керак бўладиган кўрсаткичларни аниқлаш учун тажриба ўтказилди. Тажрибада қуритиш барабани кўндаланг кесим юзасида турли иш унумдорлигида пах-

тани тақсимланиши расмга олиниб, планометрик усулда $\Sigma\delta\delta$, $\Sigma\delta\delta$, F_n^M , ξ , M_m , $S_{\text{зол}}$ қийматлари аниқланди.

2-расмда тажриба натижалари ва 3-расмда тажриба натижаларидан фойдаланган ҳолда аниқланган ва қийматлари келтирилган.



2-расм. Қуришиш барабанининг қўндаланг кесим юзасида пахтани тақсимланиши:
а – $Pr=6$ т/соат; б – $Pr=9$ т/соат; в – $Pr=12$ т/соат



3-расм. Барабан иш унумини га (а), коэффициент ξ қийматларига (б) таъсири:
1, 2 мос равишда пахта намлиги $W=11.0\%$ ва $W=18.3\%$ да

3-расмдаги эгри чизиқларни регрессия тенгламалари тузилди.

$$\sum \delta\delta = 0.028Pr^2 - 0.853Pr + 5.19 \quad W = 11.0\% \text{ да,}$$

$$\sum \delta\delta = 0.111Pr^2 - 1.498Pr + 13.69 \quad W = 18.3\% \text{ да,}$$

$$\xi = 0.017Pr^2 - 0.388Pr + 3.916 \quad W = 11.0\% \text{ да,}$$

$$\xi = 0.006Pr^2 - 0.14Pr + 0.467 \quad W = 18.3\% \text{ да,}$$

бунда Pr – барабаннинг иш унумдорлиги (т/соат) ва қийматлари иш унумдорлиги Pr ошган сайин ошиб бориши, намлиги ошиши билан эса пасайиши кузатилди (3-расм).

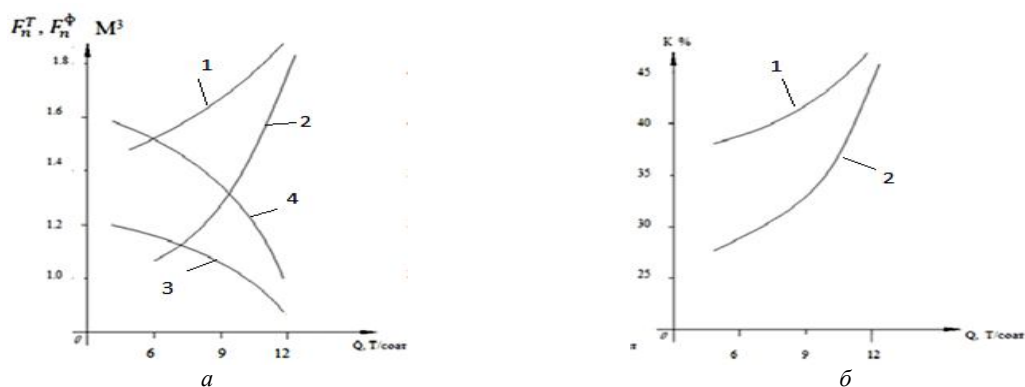
Ушбу тенгламалардан фойдаланиб пахтани барабанни тушиш зонасида пахтани титилиш коэффициенти қиймати аниқланади.

2СБ-10 қуришиш барабанида пахта ҳаракати, уни тақсимланишини чуқурроқ таҳлил қилиш учун тажриба натижаларидан фойдаланган ҳолда барабаннинг пахта бўйича турли иш унумдорлигида тушиш зонасида пахта юзаси F_n^T , пахтадан бўш фойдасиз зона юзаси $F_n^Ф$ ва тушиш зонасидан фойдаланиш коэффициенти K ўрганилди

$$K = \frac{F_n^T}{F_n^Ф} \cdot 100\%,$$

Бу ерда F_n^T – тушиш зонаси юзаси, m^2 .

Натижалар 4 – расмда келтирилган.



4-расм. Барабан иш унумини F_n^T , F_n^Φ ва қийматларига таъсири:

$a - 1, 2 - F_n^T$, $W=11.0$ ва $W=18.3\%$ да; $3, 4 - F_n^\Phi$, $W=11.0\%$ ва $W=18.3\%$ да; $b - 1 - W=11\%$; $2 - W=18.3\%$ да

4-расмдан кўриниб турибдики, барабан иш унумдорлиги Pr ошган сайин F_n^T ва K ошиб боради, намлик ошган сайин эса уларни қиймати паст бўлади. Фойдасиз F_n^Φ эса Pr ошган сайин пасайиб боради.

Натижалар барабаннинг тушиш зонаси ҳажмидан фойдаланиш даражаси ўта паст эканлиги, пахтани титилганлиги ва бир текис тақсимланиши қониқарсиз аҳволда эканлигини кўрсатди.

Хулоса

1. Қуришиш барабанининг иш унумдорлиги уни кўндаланг кесими юзасида пахтани титилганлик даражаси ва бир текис тақсимланишини характерловчи кўрсаткичларга таъсири аниқланди ҳамда улар ўртасидаги регрессия тенгламалари олинди.

2. Пахтани барабанда бир текис тақсимланиши ва титилиш даражасига уни намлигини таъсири сезиларли эканлиги, пахта намлигига қараб қуришиш барабанини ишлаш режимига ўзгартириш эҳтимоли мавжудлиги аниқланди.

3. Олинган натижаларни таҳлили қуришиш барабанида тушиш зонасидан фойдаланиш даражаси паст эканлиги ҳамда қуришиш жараёнини самарадорлигини ошириш учун барабан ички мосламаларини такомиллаштириш кераклигини кўрсатди.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972. С. 76 – 79.
- [2] Банников Г.В. Исследования сушки хлопка-сырца в барабанных сушилках: Дис... канд.техн.наук. Ташкент, 1976.
- [3] Парпиев А. Основы комплексного решения проблем сохранения качества волокна и повышения производительности при предварительной переработке хлопка-сырца: Дис... докт.техн.наук. Кострома, 1990. –482 с.
- [4] Lounev Z.M., Wetson H. Shopping for seed Cotton storage the Cotton Gin and oil mill Pres. April 11. 1964.
- [5] Edith Honold, Frederick R., Ondrews James, Grand Heating N. Cleaning and Mechanical Processing effects on cotton. Part 1.Text.Reas. J. 1963. № 3. P. 51 – 60.
- [6] Усмонқулов А. Создание высокопроизводительной хлопкосушильной установки и технологии на основе интенсификации тепломассообменных процессов: Дис... док. техн. наук. Ташкент, 2016. – 290 с.
- [7] Парпиев А. Изыскания путей интенсификации процесса сушки хлопка-сырца в барабанных сушилках: Дис... канд. техн. наук. Ташкент, 1976. – 143 с.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

12.03.2018 й.
қабул қилинган

Ю. Купалова, Б. Кузиев, Ж. Каримбердиев. Анализ теплообменных процессов в барабанной сушилке

В статье проведен анализ теплообмена между хлопком-сырцом и воздухом, разрыхления и равномерности распределения хлопка-сырца в поперечном сечении барабана. Охарактеризованы методы определения тепловоспринимающей поверхности хлопка-сырца в падениях и завалах.

УДК 625.12

К.С. ЛЕСОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Эффективная система транспортирования – ключевой фактор экономического развития страны. Система транспортирования и транспортные коммуникации составляют основу развития трансазиатских и евроазиатских транзитных перевозок через Центральную Азию.

Активизация внешнеэкономической деятельности республики предопределяет в числе первоочередных задач укрепление международного сектора транспортной системы. Для Республики Узбекистан, расположенной внутриконтинентально, развитие сотрудничества в области международных перевозок, повышение их качества и сокращение сроков доставки немыслимы без решения комплекса проблем.

Строительство железной дороги – пример формирования сложного комплексного инвестиционного проекта. Как свидетельствует опыт применения концепции автоматизации управления проектами в развитых странах, сложность реализации строительного проекта является одним из главных показателей целесообразности инвестиционного обеспечения объекта.

Концепция разрабатывается как ведущий замысел, а цель и конструктивный принцип научной, экономической, технической, технологической и другой деятельности направлены на развитие строительных производственных структур. При этом на уровне отрасли возникает необходимость в разработке прогнозов, программ и планов формирования единой транспортной системы (ЕТС) [1].

Аванпроектные исследования новых региональных железных дорог (строительство железнодорожной линии Узбекистан – Кыргызстан – Китай, трансфганский маршрут) и создание альтернативных международных транспортных коридоров проводятся на базе существующих путей сообщения, особенно тех, что обеспечивают выход к Мировому океану.

Строительство железных дорог в наиболее перспективных для страны направлениях дает возможность Республике Узбекистан реализовывать в полной мере геополитические и экономические возможности её транзитного потенциала и развитие международных транспортных коридоров.

Выбор направления при создании трансконтинентальных транспортных коридоров является сложной и архиважной задачей эффективности транспортного коридора в технико-экономическом обосновании новых железнодорожных линий. Решающим в технико-экономическом обосновании является прогноз объемов предстоящих работ, в первую очередь, земляных, и задачи размещения и парка строительных машин.

При прогнозировании организации строительства новых железных дорог необходимо рассматривать объемные показатели, характеризующие предстоящие работы, в частности, объемами земляных масс, для определения которых обычно используются продольные профили. Однако первоначально за их отсутствием приходится довольствоваться гипсометрическим разрезом по трассе, который отображает общий характер рельефа местности и не дает возможности нанести проектную линию железной дороги [2].

Гипсометрический разрез местности по оси строящейся линии представлен точками, которые определены альтитудой и расстоянием от начала отсчета. Соседние точки выделяют элемент гипсометрического разреза, которому присваивается порядковый номер.

Исходные данные гипсометрического разреза записываются в виде массива чисел, расположенных построчно. Каждая строка – это элемент массива, который содержит альтитуду H (м), расстояние (км) от начала отсчета и номер данной точки [3].

Обработка гипсометрического разреза осуществляется с вычисления расчетных уклонов последовательно на каждом элементе, начиная с первого:

$$I_{расч.} = \frac{H_n - H_{n-1}}{L_n - L_{n-1}} = \frac{\Delta H}{\Delta L}, \quad (1)$$

где n – номера точек элемента гипсометрического разреза; H – альтитуды точек, м; L – расстояния от начала линии до данных точек, км.

Расчетный уклон $I_{расч.}$ элемента сравнивается с ограничивающим $I_{огр.}$. Если ограничивающий уклон меньше расчетного, то последнему присваивается значение ограничивающего. На данном элементе пересчитывается его протяженность, которая принимается во внимание при последующих расчетах:

$$\Delta L = \frac{H_n - H_{n-1}}{I_{огр.}}. \quad (2)$$

Протяженность линии получается суммированием длин элементов. Если в некоторых элементах имело место превышение расчетных уклонов над ограничивающим, то протяженность линии будет больше исходного гипсометрического разреза.

Средние значения каждой представительной характеристики гипсометрического разреза определяются по следующим формулам:

$$\Delta \bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta H_i}{n}; \quad \Delta \bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L_i}{n}; \quad \Delta \bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_i}{n}, \quad (3)$$

где n – число элементов гипсометрического разреза.

Средние квадратичные отклонения представительных характеристик ΔH , ΔL и I определяются по формулам

$$\sigma_{\Delta H} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta H_i^2}{n} - (\Delta \bar{H})^2}; \quad \sigma_{\Delta L} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta L_i^2}{n} - (\Delta \bar{L})^2}; \quad \sigma_{\Delta I} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_i^2}{n} - (\Delta \bar{I})^2}. \quad (4)$$

Коэффициенты вариации определяются по формулам

$$K_B = \frac{\sigma_{\Delta H}}{\Delta \bar{H}}; \quad K_B = \frac{\sigma_{\Delta L}}{\Delta \bar{L}}; \quad K_B = \frac{\sigma_{\Delta I}}{\Delta \bar{I}}. \quad (5)$$

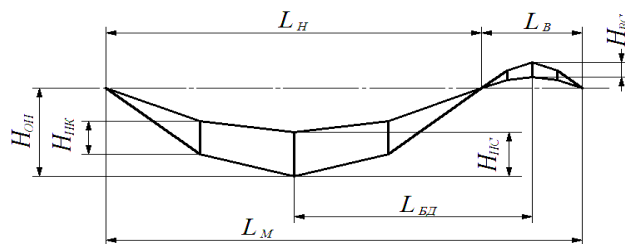
Для получения информационной основы прогнозирования развития железнодорожного строительства в странах Центральной Азии проложены следующие аванпроектные трассы, притом в наиболее перспективных для региона направлениях, на обзорной географической карте (карта Мира М 1:2.5·106) с гипсометрической основой; в скобках указаны протяженность железнодорожных линий (км) по гипсометрическим разрезам: Пешевар – Термез (730), Чаман – Кушка (820). Джалалабад – Торугарт – Каши (420) и Балыкчи – Кочкор – Джалалабад (330).

Многочисленные расчеты для каждого гипсометрического разреза по формулам (3) – (5) громоздки и трудоемки. Результаты вычислений гипсометрических характеристик для этих линий приведены в таблице.

Результаты вычислений представительных характеристик гипсометрического разреза по участкам

№	Участки		L, км	ΔH , м			ΔL , км			ΔI , ‰		
				$\bar{X}$	$\sigma_{\Delta H}$	K_g	$\bar{X}$	$\sigma_{\Delta L}$	K_g	$\bar{X}$	$\sigma_{\Delta I}$	K_g
1	Пешевар – Термез	а)	720	86.66	89.73	1.01	9.60	7.56	0.79	9.22	5.13	0.56
		б)	730	98.83	108.25	1.09	9.48	7.50	0.79	11.47	14.7	1.28
2	Чаман – Кушка	а)	740	102.67	123.35	1.20	9.86	6.75	0.68	8.67	5.99	0.69
		б)	810	77.44	75.40	0.97	9.42	6.65	0.71	7.94	4.33	0.54
3	Джалалабад – Торугарт – Каши		420	252.5	228.07	0.90	7.83	4.44	0.57	37.55	40.11	1.07
4	Балыкчи-Кочкор – Джалалабад		330	192.68	181.12	0.94	8.05	4.43	0.55	24.42	27.85	1.14

Покилометровый объем земляного полотна зависит от многих факторов, главными из которых являются характеристики рельефа местности, размеры земляного полотна, показатели трассы железной дороги. Их удастся связать в математической модели, представляющей модуль продольного профиля типичным сочетанием массивов «насыпь – выемка». Следы земной поверхности и трассы в вертикальном осевом сечении описываются параболическими кривыми, которые для упрощения расчетов в свою очередь заменяются ломаными, состоящими из четырех отсеков, которые имеют форму трапециевидальных клиньев: полных в концевой и усеченных в срединной части массива (рисунок).



Геометрическая схема модуля «насыпь – выемка»

При необходимости установления длины насыпи L_M умножается на δ_{np} , где δ_{np} – доля протяжения насыпей, составляющая при равнинном рельефе 0.97, холмистом – 0.74, горном – 0.66. Известны относительные значения и для объема насыпей $\delta_{но}$: при равнинном рельефе – 0.92, холмистом – 0.66, горном – 0.60.

Глубину лога, перекрываемого насыпью, можно определить по формуле

$$H_{он} = 0.375 i_M L_M \delta_{np}, \quad (6)$$

где i_M – уклон местности в концевом отсеке при натуральном измерении (доли единицы).

Изменение L_M в функции покилометрового профильного объема играет решающую роль, в силу чего глубина $H_{он}$ снижается с увеличением $_{np}V_{зп}$, более интенсивно при равнинно - холмистом, менее – при горном рельефе, что отражает, в основном, тенденцию к уменьшению протяжения насыпи.

Для выполнения вычислений необходимо находить отношение уклонов трассы и местности для концевой секции $K_y = i_M / i_m$, которое, очевидно, должно быть меньше единицы, а при нулевом значении K_y продольная ось модуля становится верхом насыпи. Высота в концевом сечении крайнего и срединного отсеков находится по следующим формулам:

$$H_{нк} = 0.75 H_{он} (1 - K_y), \quad (7)$$

$$H_{ис} = H_{он} (1 - K_y). \quad (8)$$

Суммарное значение покилометрового объема насыпи

$$_{np}V_n = _{np}V_{нк} + _{np}V_{ис} + _{np}V_{исп} + _{об}V_{ос}, \quad (9)$$

где $_{np}V_{нк}$ и $_{np}V_{ис}$ – покилометровый профильный объем соответственно двух концевых и двух срединных отсеков; $_{np}V_{исп}$ – покилометровый профильный объем сливной призмы; $_{об}V_{ос}$ – добавочная площадь отсека, которая вводится лишь при определенных особенностях поперечников земляного полотна.

Объем грунта в насыпи получается как произведение $_{np}V_n L_n$, а для модуля «насыпь – выемка» вычисляется по формуле

$$V_M = _{np}V_n L_M \delta_{np} / \delta_{но}. \quad (10)$$

Окончательное значение профильного объема в пределах модуля

$$_{np}V_M = V_M / L_M. \quad (11)$$

Приведенные формулы позволяют при современных средствах вычислений достаточно просто установить характеристики земляного полотна. Для типичных условий равнины можно принять уклон трассы в концевом отсеке равным 4 %, для холмистой местности – 9 %, горной – 15 %.

Покилометровый профильный объем выемки находится как ее полный объем, отнесенный к протяженности:

$$_{np}V_v = V_M \delta_{во} / L_M \delta_{вп}. \quad (12)$$

Прокладка трассы по обертывающей производится на элементах гипсометрического разреза, где крутизна не превышает ограничивающего уклона. При обертывающей проектировке земляное полотно представляется, главным образом, насыпями небольшой высоты. Лишь в местах пересечения логов, где обычно требуются водопропускные сооружения, ее рабочие отметки увеличиваются. По условиям предотвращения снежных заносов бровка насыпей должна возвышаться на 0.5 м выше поверхности снежного покрова.

Новые железные дороги на направлении Джалалабад – Торугарт – Каши и Балыкчи – Кочкор – Джалалабад имеют важное значение для развития производственных сил Кыргызстана и осуществления внешнеэкономических связей Республики Узбекистан с Кыргызстаном и Китаем [4].

Решение масштабной задачи невозможно без упреждающей организационно-технической подготовки и научной проработки всего комплекса проблем транспортного строительства [1, 3]. Чтобы добиться надлежащей конкретности результатов, проработку необходимо использовать для конкретных направлений железных дорог, хотя общие выводы по коренным вопросам организации строительства мало зависят от конкретного расположения трассы и узловых пунктов в исследуемом регионе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Железнодорожная транспортная система. Эффективность, надежность, безопасность / Призмазов А.М., Сбитнев В.И., Сбитнев А.В., Спиридонов Э.С., Болотин М.М. Под ред. Призмазова А.М. М.: Желдориздат, 2002. – 428 с.
- [2] Автоматизированное проектирование организации строительства железных дорог / Першин С.П., Иванов М.И., Акуратов А.Ф. и др. М.: Транспорт, 1991. – 261 с.
- [3] Першин С.П., Лесов К.С. Методика определения гипсометрических характеристик по трассе // Межвуз. сб. науч. тр. МИИТ. Вып. 877. 1993. С. 21 – 24.
- [4] Лесов К.С., Закиров Р.С., Ниязбеков С.С., Мавланов А.Х. Главные направления нового железнодорожного строительства в Центральной Азии // Журнал «Транспортное строительство». 2009. № 4. С. 2– 4.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

К.С. Лесов. Янги минтақавий темир йўллар қурилиши ҳажмий кўрсаткичларини аниқлаш
Мақолада янги минтақавий темир йўллар қурилишининг истиқболли йўналишлари кўриб чиқилган. Гипсометрик кесим параметрларини ΔH , ΔL ва I аниқлаш методикаси келтирилган. Ер шилари ҳажмини аниқлаш учун бўйлама профиль модулини ифодаловчи “қўтарма - йўма” математик модели тавсия этилган.

K.S. Lesov. Determination of volume indicators for the construction of new regional railways
Prospective directions of construction of new regional railways are considered in the article. The technique for determining the parameters of the hypsometric incision ΔH , ΔL and I is given. A mathematical model is proposed that represents the module of the longitudinal profile “recess - embankment” to determine the volumes earthen of work.

УДК 625.16

М.М. МИРАХМЕДОВ, М.К. МУЗАФФАРОВА

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ПЕСКОВ

В условиях песчаных пустынь для предотвращения дефляции песков, являющейся причиной заносов железнодорожного пути, выполняют пескозакрепительные работы (ПЗР) блокированием поверхности против развеивания песчаного субстрата и(или) их задержкой перед объектом [1]. Пескозакрепление осуществляется биологическим и инженерными методами. Биологический метод наиболее экологически чист. Инженерные методы в свою очередь подразделяются на два метода: метод устройства механических (устилочных, рядовых, клеточных и т.п.) преград и физико-химический метод (ФХМ) (разбрызгивание на песчаную поверхность жидких веществ, создание вяжущепесчаного защитного слоя, предотвращающего дефляцию), сохраняющий влажность субстрата и создающий благоприятные условия для сохранения и прорастания семян псаммофитов [2].

Методология разработки новых технологических решений пескозакрепления базируется на системном подходе, построенном на принципах: доступности вяжущих; экономичности; возможности получения продукта ПЗР с заданными свойствами комплексно-механизированным способом; идентифицируемости способа закрепления с природными условиями; экологической безопасности.

Исходя из практических соображений, из множества вяжущих, применяемых в мире для закрепления песков, выделяются только имеющиеся на территории Узбекистана. К ним относятся: высокомолекулярная с низким содержанием легких фракций нефть месторождения Джаркурган; битум из неё; госсиполовая смола (ГС) – побочный продукт маслоэкстракционных заводов; СДБ – сульфитно-дрожжевая бражка и САФА – смола ацетоно-формальдегидаминная – отход химического производства [3].

Перед использованием вяжущих их приводят в рабочее состояние. Нефть подвергается прогреву для достижения требуемой вязкости, битум и госсиполовая смола в присутствии поверхностно-активного вещества (ПАВ) диспергируются с получением эмульсии; остальные вяжущие растворяются в воде. Технологичность применения вяжущих может быть оценена числом операций, трудозатратами и стоимостью (табл. 1).

С позиции технологичности способа вяжущие в виде водных растворов не имеют альтернативы, особенно, если учесть требование о необходимости использования отходов и сопутствующих продуктов местного производства.

В процессе формирования защитной корки свободной пропиткой вяжущих образуется искусственный конгломерат в виде корки, которая в условиях интенсивного прогревания в течение 2 ч снижает испарение влаги из-под нее в 3.9 – 5.5 раза и при влажности песка 30 % и температуре окружающей среды 50°C под защитной коркой температура ниже на 10 – 12°C, а на глубине 9 – 10 см снижается до 24°C [4, 5].

Таблица 1

Технологичность способов

№ п/п	Наименование вида вяжущего	Трудоемкость приготовления и доставки 1 т, маш.-ч	Число операций	Стоимость закрепления, тыс.сум/га
1.	Многокомпонентные органические вещества	0.2	3	44106
2.	Эмульсии	0.8	5	2325 – 7636
3.	Водные растворы	0.1	2	15870 – 18225
4.	Водные растворы из материалов местного производства	0.1	2	750 – 1100

Растворы из отходов и сопутствующих продуктов местного производства выделены в группу перспективных для дальнейшего развития банка технологических решений в отличие от эмульсий и смол за счет меньшего числа операций по получению рабочих составов вяжущих веществ.

Требования к защитным коркам: устойчивость к воздействию природных (ветер, абразивное воздействие песка ветрового потока) и климатических факторов (солнечного облучения, влаги, температуры и т.п.) и экономичность.

Исследование способа проводится в три этапа с реализацией принципа ресурсосбережения. На первом этапе изучается экологическая допустимость; на втором – техническая возможность использования, например, в случае ФХМ – получение защитной корки с заданными свойствами предложенным экспресс-методом; на третьем – технологическая и экономическая целесообразность.

Комплексная оценка экологической безопасности способов физико-химического метода основывается на изучении предельно-допустимых концентраций (ПДК) применяемых химических мелиорантов.

Согласно СанПиНа, экологически безопасным для закрепления подвижных песков принято считать материал, не представляющий угрозу для растений и жизни животных. Материалы,

применяемые в ФХМ, могут быть токсичными и гербицидными. Однако эти материалы в незначительных количествах и концентрациях экологически безопасны [6].

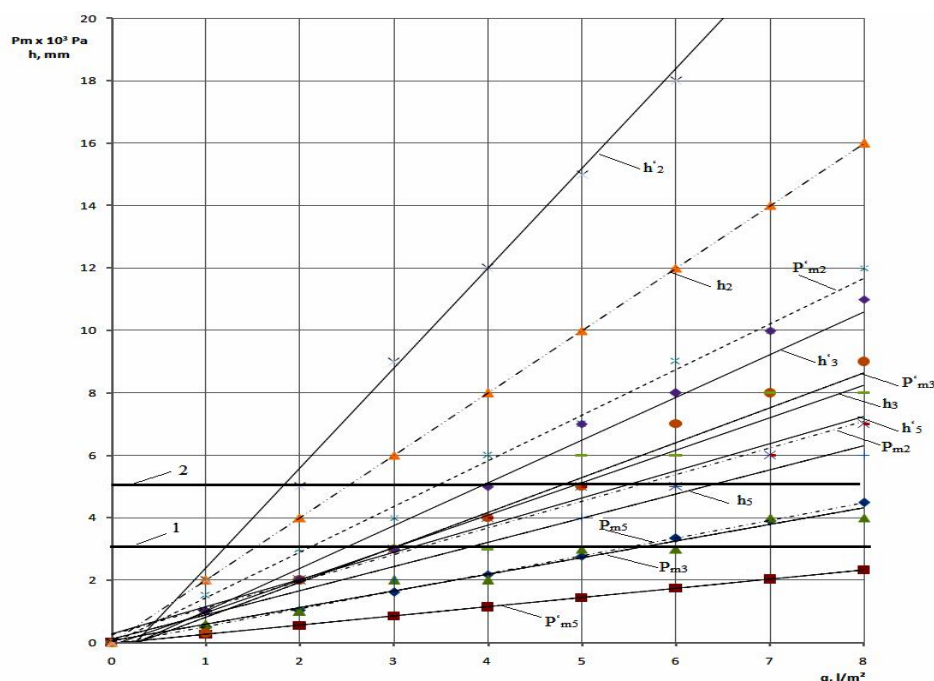
Применение вяжущих в комплексе с фитомелиорацией эффективно в следующих условиях: годовое количество осадков – > 70 мм/год; содержание хлоро- и сульфатосодержащих водорастворимых солей – не более 6 %; засоление грунтовых вод ионами хлора – не более 0.2 % и сульфата – не более 0.8 % [4].

До настоящего времени общим признаком применения рекомендованных вяжущих является то, что с их помощью обрабатывался песок воздушно-сухого состояния [1 – 3, 7].

При увлажнении песка сольватный слой пленки влаги на поверхности частиц субстрата, разрастаясь до значительных величин, уменьшает эквивалентный диаметр порового пространства до размеров, сопоставимых с 10^{-2} мм. Последнее становится причиной изменения характера пропитки с преимущественно гравитационного на капиллярный, что сопровождается снижением скорости пропитки и увеличением глубины пропитки в сравнении с пропиткой воздушно-сухого песка. В силу общности природы дисперсионной среды рабочего состава раствора вяжущего с пленочной влагой на поверхности частиц песка происходит их беспрепятственное смачивание. Это создает условия для равномерного распределения дисперсной фазы рабочего состава вяжущего в пропитываемом слое, образуя упруговязкопластичную связь между частицами песка так, что для образования устойчивого защитного полимерпесчаного слоя расход рабочего состава и самого вяжущего вещества значительно уменьшается, приводя к получению ресурсосберегающего технологического решения [5].

Пропитка влажного песка позволяет значительно расширить область применения способов физико-химического метода, увеличить продолжительность рабочего сезона, следовательно, более полно использовать технические и людские ресурсы в течение года и экономить вяжущее.

Обобщение опыта многочисленных исследований и условий «работы» слоя песка, закрепленного химическим мелиорантом и устойчивого к воздействию ветропесчаного потока в течение одного вегетационного срока развития растений, позволило выявить обобщенные критерии устойчивости продукции ПЗР: глубину пропитки (h_k) и пластическую прочность (P_m), установить их предельные значения: глубина пропитки – $h \geq 5$ мм и пластическая прочность – $P_m \geq 3 \cdot 10^3$ Па для поверхности, близкой к горизонтальной (рисунок).



Графики зависимости пластической прочности P_m и глубины пропитки h от расхода водного раствора декстрина q : P_{m2} , P_{m3} , P_{m5} – пластическая прочность защитной корки 2-, 3-, 5-ного % раствора декстрина на сухом песке; P'_{m2} , P'_{m3} , P'_{m5} – пластическая прочность защитной корки соответственно из 2-, 3-, 5 %-ного раствора декстрина на влажном песке; h_2 , h_3 , h_5 – толщина защитной корки 2-, 3-, 5 %-ного раствора декстрина на сухом песке; h'_2 , h'_3 , h'_5 – толщина защитной корки 2-, 3-, 5 %-ного раствора декстрина на влажном песке; 1, 2 – минимально необходимый и максимально допустимый уровни пластической прочности и толщины защитной корки, устойчивой к воздействию ветропесчаного потока

Аксиоматическое принятие этого положения позволяет в противовес к традиционному методу исключить на первом этапе дорогостоящие эксперименты в аэродинамической трубе по выявлению устойчивости защитной корки к ветропесчаному потоку и вместо определения многочисленных физико-механических параметров, характеризующих различные свойства защитной корки, максимально упростить оценку качества защитного слоя. Эксперименты, выполненные по новой методике, позволили получить ресурсосберегающий эффект. Так, подтверждена возможность обеспечения устойчивости защитной корки к воздействию ветропесчаного потока при снижении дозы структурообразователя до 10 – 15% концентрации с расходом эмульсии значительно меньше (до 30%) ранее обоснованных значений на сухом песке. Установлено следующее: значения пластической прочности защитной корки достигаются при меньших концентрациях вяжущих по сравнению с концентрациями, принятыми оптимальными в ранее выполненных исследованиях.

Критическая доза структурообразования для эмульгированных вяжущих соответствует 10 – 12 % с расходом 1.5 – 2.5 л/м² (табл. 2).

Таблица 2

Строительно-технологические параметры способов закрепления песка

Оптимальные строительно-технологические параметры		Наименование вяжущего						
		высоко-смолистая нефть	эмульсия		растворы			
			битума	ГС	СДБ	ОФП	декстрин	КП-001
Предельная влажность песка, %		17	28	28	24	24	24	24
Концентрация вяжущего вещества, %	Сухой	100	10 – 15	10 – 15	10 – 12	9 – 11	2.2	2 – 5
	Влажный	100	10 – 15	10 – 15	10	7	2.0	1 – 3
Расход, л/м ²	Сухой	1.5 – 1.7	2.7	1.5 – 1.8	3.5 – 4.5	3 – 4	3 – 3.5	4 – 5
	Влажный	0.7 – 1.2	1 – 1.5	0.5 – 1.1	2 – 3	2.5 – 3.5	2 – 3	3 – 4

Установлено, что при получении полимерпесчаной защитной корки достаточно обеспечение одного из двух требуемых обобщенных критериев устойчивости: либо пластической прочности, либо глубины пропитки в зависимости от влажности песка.

Получены уравнения зависимости P_m и h от q с достоверностью аппроксимации R^2 (см. табл. 1). На основании полученных уравнений зависимости получены новые, в 1.5 – 2 раза меньшие значения удельных расходов вяжущего (см. табл. 2).

Исследовано изменение влажности песка в период после дождя (или после предварительного увлажнения) и выявлена предельная влажность, при которой возможно осуществление основного технологического приема – пропитки вяжущего в песок влажного состояния (см. табл. 2), а также установлена зависимость времени естественного высыхания песка до воздушно-сухого состояния, равная

$$t = (37.99 - W) / 0.468, \quad (1)$$

где W – пороговая влажность песка, ниже которой пропитка вяжущего возможна, %.

Анализом и обобщением работ по закреплению подвижных песков сформулированы следующие аксиоматические правила, которые должны быть положены в основу разработки новых технологических решений ФХМ:

правило применимости. Основным методом закрепления подвижных песков является биологический метод. Вспомогательные методы, предусматривающие устройство преград или защитной корки, получаемой пропиткой песка вяжущими веществами, рассчитываются на один вегетационный период, пока растения не укрепятся и не возьмут на себя роль защиты, т.е. вспомогательные методы применяются для повышения результативности основного метода;

правило технологичности. Вспомогательный метод должен назначаться, исходя из возможности максимально допустимой механизации доставки, подготовительных операций по приведению используемого материала в состояние для устройства преграды / защитного слоя с учетом минимума подготовительных операций;

правило доступности. Вяжущее должно быть в виде отхода или сопутствующего продукта местного производства;

правило водорастворимости. Вяжущее должно иметь свойство простого приготовления из него рабочего состава в один прием с использованием барботажной системы средств доставки и разбрызгивания, для чего вяжущее должно быть водорастворимым;

правило устойчивости. Вяжущие вещества должны обладать способностью к образованию защитного слоя, устойчивого к воздействию ветропесчаного потока в течение года. Для этого вяжущее должно впитываться в песок влажного и воздушно-сухого состояния на глубину не менее 5 мм, в процессе пропитки смачивать частички субстрата и склеивать их, а при удалении влаги образовывать упруговязкопластичный материал с пластической прочностью не менее $3 \cdot 10^3$ Па;

правило экологичности. Рабочий состав вяжущего должен обеспечивать ПДК, не превышающее допустимые нормы;

правило полосной обработки. Противодефляционное влияние защитного слоя распространяется на расстояние до 3 м за пределы ее границы. Это находит свое выражение в полосной конструктивно-технологической схеме обработки дефлируемой поверхности песка вяжущим.

Выводы:

– доказана возможность закрепления песка при предварительном его увлажнении (естественном и искусственном), за счет чего расширен банк технологических решений с одновременным сбережением вяжущих (снижение концентрации и удельного расхода). Это обстоятельство ведет естественно к удлинению срока использования техники и рабочих кадров в течение года с 4 – 5 до 8 – 9 месяцев;

– установлено, что при применении эмульсий 10 %-ной концентрации и выше для песка в воздушно-сухом и с влажностью не более 7 – 9 % необходимым и достаточным критерием устойчивости защитной корки к воздействию ветропесчаного потока является его толщина не менее 5 мм ($h \geq 5$ мм), поскольку пластическая прочность в этих случаях всегда будет выше требуемых значений;

– условием устойчивости при применении эмульсий 5 – 15 %-ной концентрации на песке с влажностью более 9 % толщина корки обеспечивается во всех случаях, поэтому необходимым и достаточным критерием устойчивости защитной корки к воздействию ветропесчаного потока будет его пластическая прочность ($P_m \geq 2.5 \cdot 10^3$ Па);

– определен состав предметной области настоящих исследований: классификация технологических решений закрепления подвижного песка с выделением наиболее эффективного сочетания методов ПЗР; пропитка влажного песка рекомендованными ранее вяжущими веществами; особенности получения защитного слоя пропиткой песка воздушно-сухого и влажного состояния, устойчивого к воздействию ветропесчаного потока; исследование возможности использования раствора из отхода переработки местного материала для целей закрепления подвижных песков;

– доказано, что для создания противодефляционной защитной корки как ресурсосберегающего продукта ПЗР целесообразно использовать водорастворимые отходы или сопутствующую продукцию местного производства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закиров Р.С. Теория и практика защиты железных дорог от песчаных заносов. Ташкент: Фан, 1987. – 128с.
- [2] Shah Rehan. Stabilisation des dunes de sable dans la vallée de Mastung (Balushistan, Pakistan) // Sécheresse. 1999. № 6. P. 347 – 354.
- [3] Фазилов Т.И. Органо-минеральные противодефляционные покрытия, полученные пропиткой подвижных песков: Дис. докт. техн. наук. Харьков: ХИСИ, 1991. – 45 с.
- [4] Ashkenazy Y., Yizhaq H., Tsoar, H. Sand dune mobility under climate change in the Kalahari and Australian deserts // Climatic Change. Vol. 112. 2012. Issues 3 – 4. P. 901 – 923.
- [5] Мирахмедов М., Мирахмедов М.М., Музаффарова М.К. Совершенствование способов закрепления подвижных песков промышленными отходами // III Международная научно-практическая конференция “Техносферная и экологическая безопасность на транспорте”. Спб.: ПГУПС, 2012. С. 117 – 126.
- [6] Saad Ali Aiban. A study of sand stabilization in eastern Saudi Arabia // Engineering Geology. Vol. 38. 1994. P. 65–79.
- [7] Muzaffarowa M.K., Mirakhmedow M.M. Differences and commonalities impregnation of air-dry and the wet sand // Transport problems. Vol. 9. 2014. Issues 3. P. 91 – 97.

М.М. Мирахмедов, М.К. Музаффарова. Кўча кўмларни қотиришда ресурсларни тежаш

Мақолада кўча кўмлар қотиришининг барча босқичларида ресурсларни тежаш методологиясини очиб берилган: энг кам моддий-техникавий ресурсларини таъминловчи богловчи модда турини танлаш; намли кўм юзасига богловчининг ишчи таркибини пуркаш; олдиндан аниқланган хусусиятларга эга полимер-кўмли ҳимоя қатламини ҳосил қилиш; богловчи модда қўллаш мумкинлигини ўрганиш услубиёти.

M.M. Mirahmedov, M.K. Muzaffarova. Resource-saving fixing of the shifting sands

In article the resource-saving methodology at all stages of fixing of the shifting sands reveals: the choice of a type of the cementitious matter providing a minimum of expenses of material resources; sand surfacing by spraying of working composition of the wet sand knitting on a surface; receiving a polimerpeschany armor coat with the given properties; technique of a research of a possibility of use of cementitious matters.

УДК 625.12

З.Э. МИРСАЛИХОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ

Стабильность подшпального основания железнодорожного пути под поездной нагрузкой в значительной степени определяется силами трения и сцепления в щебеночном слое и в грунтах земляного полотна. Под действием вибродинамической нагрузки состояние грунтовой среды становится подобным вязкой жидкости и ее частицы приобретают большую подвижность. Для балластного слоя и земляного полотна это означает повышение деформативности основной площадки и интенсификацию накопления остаточных осадок пути [1].

Известно, что при движении поездов в грунтах появляются пульсации напряжений, следовательно, они порождают колебания грунтов земляного полотна, которые приводят к снижению их прочностных и деформативных свойств. До сегодняшнего дня снижение прочностных характеристик грунтов земляного полотна было исследовано многими отечественными и зарубежными учеными [2 – 6 и др.], в то время как работ по изучению снижения деформативных свойств грунтов под действием вибродинамических нагрузок очень мало. В частности, лёссовидные супеси вообще не были изучены, и это предопределяет необходимость исследования снижения деформативных свойств лёссовидных супесей. Именно снижение деформативных характеристик грунтов земляного полотна от воздействия колебаний, возникающих при движении подвижного состава, определяет деформативность земляного полотна. Для оценивания деформаций насыпей, сложенных из лёссовидных супесей, при воздействии вибродинамических нагрузок необходимо знать влияние уровня колебательных показателей и характера распространения амплитуд колебаний по телу земляного полотна и за его пределами. В свою очередь для определения характера распространения амплитуд колебаний необходимо провести натурные эксперименты на существующих участках железнодорожного пути.

Характеристика экспериментального участка. Исследование влияния скоростного движения на характер распространения колебаний проводилось на скоростной магистрали Ташкент – Самарканд на перегоне Баявут – Янги Янгир, ПК 3493+02.

Поперечное сечение земляного полотна, возведенного из лёссовидной супеси, представлено насыпью высотой 2.2 м. Физические свойства грунтов земляного полотна на данном участке характеризуются следующими значениями:

- плотность лёссовидной супеси – от 2.15 до 2.20 т/м³;
- естественная влажность грунта – в среднем 13.3 %;
- плотность сухого грунта – от 1.85 до 1.87 т/м³;
- влажность на границе текучести и раскатывания – в среднем соответственно 19 и 13 %;
- число пластичности лёссовидной супеси на данном участке равно 6;
- коэффициент уплотнения грунтов земляного полотна – 0.99 – 1.02.

На данном участке пути были уложены рельсы Р65 со скреплениями типа КБ-65, ширина колеи – 1520 мм. Участок расположен на прямой с эпюрой шпал 1840 шт/км. Балластная призма однослойная, отсыпана щебнем толщиной 45 см под шпалой.

По экспериментальному участку скорость движения пассажирских поездов составляла от 80 до 180 км/ч, а грузовых – 70 км/ч. Исследование проводилось с пассажирскими поездами при скоростях 75 – 180 км/ч.

Исследование зависимости амплитуд смещений грунтов земляного полотна от скорости движения пассажирских поездов. Исследование проводилось по методике, описанной И.В. Прокудиным [6].

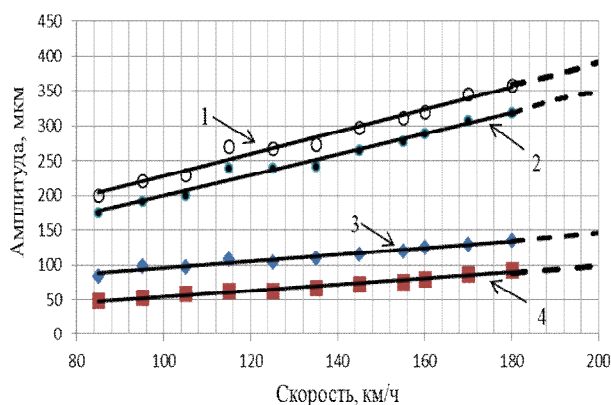


Рис. 1. Влияние скорости пассажирских поездов на амплитуды смещений грунтов основной площадки земляного полотна, возведенного из лёссовидных супесей: 1 – результирующая амплитуда колебаний; 2 – вертикальная составляющая колебаний; 3 – горизонтальная составляющая колебаний поперек оси пути; 4 – горизонтальная составляющая колебаний вдоль пути

Величины горизонтальных составляющих амплитуд смещений вдоль оси пути и поперек ее во всем диапазоне скорости движения поездов отличаются незначительно, при этом абсолютные значения амплитуд смещений вдоль оси пути в 1.5 раза меньше, чем амплитуды смещений поперек оси пути и при скорости движения пассажирских поездов 180 км/ч составляют 93 и 135 мкм соответственно.

Как установлено (см. рис. 1), интенсивность возрастания амплитуд колебаний вертикальной составляющей равна 15 мкм на каждые 10 км/ч увеличения скорости. Результирующие амплитуды колебаний на рис. 1 практически определяются величиной вертикальной составляющей.

На рассматриваемом участке максимальная скорость движения составляла 180 км/ч, на других участках, где скорости составляют более 180 км/ч, земляное полотно сложено обычными суглинками, поэтому выявить амплитуды колебаний лёссовидной супеси при скоростях более 180 км/ч в рамках экспериментов не представлялось возможным. Следовательно, учитывая рост всех составляющих амплитуд смещений по прямо пропорциональной зависимости, а также исследования других авторов [2– 6 и др.], вполне обоснованно экстраполировать экспериментальные данные до 200 км/ч, что отмечено пунктиром на рис. 1. Установлено, что самый высокий уровень вибрации принадлежит вертикальной составляющей: при скоростях движения поездов от 85 до 200 км/ч он составляет 175 и 391 мкм соответственно, т.е. увеличивается в 2.2 раза. Такой уровень вибродинамического воздействия от проходящих поездов следует признать очень высоким. При этих же скоростях движения амплитуды смещений грунтов поперек оси пути составляют 85 и 148 мкм. Самый низкий уровень амплитуд смещений принадлежит горизонтальной составляющей вдоль пути: он составляет 49 и 100 мкм.

Учитывая рост всех составляющих амплитуд смещений в исследованном скоростном диапазоне по прямо пропорциональной зависимости, выполнили экстраполяцию полученных результатов до скорости 200 км/ч. Таким образом, если при скорости движения поездов 180 км/ч результирующие амплитуды смещений составляли 351 мкм, то при 200 км/ч они были равны 391 мкм. Такой уровень вибродинамического воздействия следует признать достаточно высоким.

Для оценки интенсивности затухания колебаний введены показатели δ_z и δ_y , которые определены как отношение амплитуд, зарегистрированных на определенной глубине от основной

Результаты исследования влияния скорости движения пассажирских поездов на амплитуды колебаний грунтов основной площадки земляного полотна представлены на рис. 1.

Из результатов натурного эксперимента по определению влияния скорости подвижного состава на амплитуды смещений на уровне основной площадки земляного полотна (см. рис. 1) видно, что при скоростях движения пассажирских поездов от 85 до 180 км/ч амплитуды смещений по всем составляющим изменяются по прямолинейным зависимостям. Интенсивность возрастания амплитуд колебаний вдоль (прямая 4) и поперек пути (прямая 3) во всем диапазоне практически одинакова и равна 5 мкм на каждые 10 км/ч увеличения скорости.

площадки земляного полотна (A_z) и на расстоянии от оси пути (A_y), к амплитудам, зарегистрированным на основной площадке земляного полотна (A_0), т.е. $\delta_z = A_z/A_0$, $\delta_y = A_y/A_0$. Результаты этих исследований представлены на рис. 2 и 3.

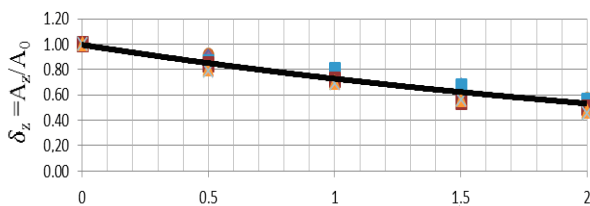


Рис. 2. Изменение коэффициента δ_z по глубине земляного полотна: — — усредненное значение δ_z в диапазоне скоростей от 80 до 200 км/ч

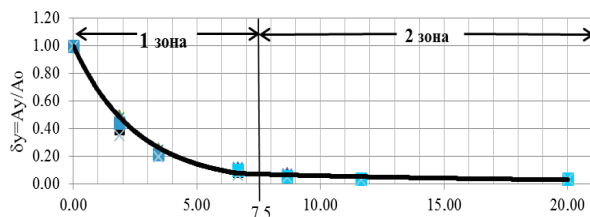


Рис. 3. Изменение коэффициента δ_y с удалением от торца шпалы: — — усредненные значения $\ln(\delta_y)$ в диапазоне скоростей от 80 до 200 км/ч

Анализ рис. 2 свидетельствует о равномерном затухании колебаний по глубине земляного полотна. От подошвы шпалы на глубине от 0 до 2 м показатель δ_z изменяется по зависимости, близкой к экспоненциальной. Анализ результатов, приведенных на рис. 3, также соответствует ярко выраженной экспоненте с наличием двух зон по интенсивности затухания амплитуд смещений. Первая зона находится в диапазоне изменения расстояний от 0 до 7.5 м от торца шпалы. В этой зоне проявляется интенсивное затухание амплитуд колебаний в теле земляного полотна. Вторая зона затухания амплитуд колебаний находится в пределах от 7.5 м до расстояний, при которых амплитуды близки к нулю.

Распространение колебаний в теле земляного полотна и за его пределами происходит одновременно в вертикальном и горизонтальном направлениях, поэтому выражение для расчета амплитуд колебаний принимает следующий вид:

$$A_y = A_0 \cdot \exp[-\delta_2^1 \cdot \varphi(y) - \delta_2^2 \cdot (y - 1.35) + \delta_3 \cdot h_i], \quad (1)$$

$$\varphi(y) = \begin{cases} 0 & \text{при } y \leq 1.35, \\ (y - 1.35) & \text{при } 1.35 < y \leq 8.55, \\ 7.2 & \text{при } y > 8.55, \end{cases}$$

где A_0 – результирующая амплитуда колебаний на основной площадке земляного полотна в сечении у торца шпалы, мкм; δ_2^1 – коэффициент затухания колебаний в первой зоне, $\delta_2^1 = 0.43$ 1/м; δ_2^2 – коэффициент затухания колебаний во второй зоне, $\delta_2^2 = 0.01$ 1/м; y – расстояние по горизонтали от оси пути до рассматриваемой точки, м; δ_3 – коэффициент затухания колебаний в откосной части насыпи, $\delta_3 = 0.15$ 1/м; h – высота откоса насыпи над рассматриваемой точкой, м;

$$h_i = \begin{cases} 0 & \text{при } y \leq 0.5 \cdot b_{nl}, \\ (y - 0.5 \cdot b_{nl}) \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 & \text{при } y > 0.5 \cdot b_{nl}, \end{cases} \quad (2)$$

где α_1 – угол наклона откоса к горизонту; b_{nl} – ширина основной площадки, м.

Следовательно, выражение (1) определяет возможность установления аналитической связи между амплитудами смещений лёссовидной супеси и их деформативными характеристиками при скоростном движении поездов.

Таким образом, выполненные исследования позволили получить зависимость, описывающую затухание колебаний в теле и за пределами земляного полотна из лёссовидных супесей, которая является основной при оценке абсолютных величин в любой точке насыпи с координатами z и y . Кроме того, выражение (1) определяет возможность установления аналитической связи между амплитудами смещений грунтов и их деформативными характеристиками при динамических нагрузках.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ко н ш и н Г. Г. Упругие деформации и вибрации земляного полотна. Учебное пособие. М.: МИИТ, 2010. – 180 с.

- [2] Абдукаримов А.М. Несущая способность земляного полотна, отсыпанного лёссовыми грунтами, воспринимающими вибродинамическую нагрузку: Дис. ... канд. техн. наук. Спб., 2011. – 148 с.
- [3] Великотный В.П. Исследование деформируемости глинистых грунтов железнодорожного земляного полотна при вибродинамических нагрузках: Дис. ... канд.техн.наук. Л., 1980. – 211 с.
- [4] Жинкин Г.Н., Зарубина Л.П., Кейзик Л.М. Исследование колебаний грунтов железнодорожного земляного полотна, вызываемых движущимися поездами // Волны в грунтах и вопросы виброметрии / Сб. научн. тр. ТашИИТ. Ташкент, 1975. С. 137 – 142.
- [5] Колос А.Ф. Противодинамическая стабилизация железнодорожного земляного полотна путем цементации грунтов основной площадки: Дис. ... канд. техн. наук. Спб., 2000. – 163 с.
- [6] Прокудин И.В. Колебания глинистых грунтов земляного полотна при высокоскоростном движении поездов // Вопросы земляного полотна и геотехники на железнодорожном транспорте. Сб. научн. тр. Вып. 203/28. Днепропетровск, 1979. С. 43 – 51.

Ташкентский институт железнодорожного транспорта

Дата поступления
21.01.2018

3.Э. Мирсалихов. Тезюар поездларнинг вибродинамик таъсиридан ер полотноси грунтларининг тебраниш жараёнини таъқиқ қилиш

Тошкент-Самарқанд тезюар магистралада дала тадқиқотлари олиб борилди. Лёссимон супеслардан қўтарилган ер полотно грунтларининг тебраниш амплитуда қийматлари аниқланди. Амплитуда қўзғалишларнинг поездлар ҳаракати тезлигига боғлиқ бўлган графиги келтирилган. Лёссимон супеслардан ташкил топган ер полотноси грунтларининг қўзғалиш амплитудаларининг аналитик боғлиқлиги аниқланди.

Z.E. Mirsalikhov. Investigations of the vibrational process of earth strengths in vibrodynamic impact of speed trains

A full-scale study was conducted in the high-speed Tashkent-Samarkand highway. The values of the amplitude of the oscillations of the soils of the earthen canvas, erected from loess-like sandy loam, were determined. Graphical values of the dependence of displacement amplitudes on the speed of trains are given. An analytical dependence of the amplitudes of the ground displacement of the subgrade of a subgrade raised from loess-like sandy loams was obtained.

УЎК 677.025

М.М. МУКИМОВ

ТЎҚИМАЧИЛИК САНОАТИДА ИННОВАЦИОН ИШЛАНМАЛАРНИНГ ЎРНИ

Инновация – бу янги сифатли товарни яратиш демакдир. Президентимиз иборалари билан айтганда: “Инновация бу – келажак дегани. Биз буюк келажакимизни барпо этишни бугундан бошлайдиган бўлсак, уни айнан инновацион ёндошув асосида бошлашимиз керак.” [1].

Соҳани бошқариш тизими тўқимачилик саноатини ривожлантиришнинг замонавий тенденцияларига жавоб бермаслиги, ишлаб чиқарувчиларни қўллаб-қувватлашга қодир эмаслиги Президент томонидан “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини жадал ривожлантириш чоратadbирлари тўғрисида”ги Фармонини қабул қилинишига олиб келди [2].

Тармоқнинг етарли салоҳиятига қарамасдан, юқори қўшилган қийматли тайёр маҳсулотни ишлаб чиқаришда уйғунлашган технологик занжирнинг мавжуд эмаслиги сабабли 2017 йилнинг биринчи ярим йиллигида ишлаб чиқарилаётган тўқимачилик маҳсулотларининг республика ялпи ички маҳсулотидаги улуши атиги 4.6 фоизни ташкил этди. Тўқимачилик ва енгил саноати қўпгина мамлакатларда бюджетни шакллантирувчи иқтисодийнинг ассосий тармоқларидан бири бўлиб ҳисобланади. Франция, Германия, АҚШ каби ривожланган мамлакатларда бу тармоқ улуши саноат ишлаб чиқариш тузилмасида 6 – 8 %, Италияда эса 12 % ташкил этади.

Хорижий мамлакатларнинг тажрибаси шуни кўрсатдики, тўқимачилик саноатини ривожлантиришнинг самарали шаклларида бири кластерларни ташкил этиш ҳисобланади. Мазкур модель пахта хом ашёсини етиштириш, дастлабки ишлов бериш, маҳсулотни пахта тозалаш корхоналарида кейинги қайта ишлаш ва юқори қўшилган қийматли тайёр тўқимачилик маҳсулотларини ишлаб чиқаришни ўз ичига олган ягона ишлаб чиқариш циклини ташкил этишни кўзда тутади.

Президент фармонида тўқимачилик саноати учун кадрлар тайёрлаш масаласига ҳам катта эътибор қаратилган. Жумладан, кадрлар тайёрлаш тизими тўқимачилик саноатининг реал эҳтиёжларига жавоб бермайди, тармоқни ривожлантиришнинг долзарб масалалари бўйича

ўқитишнинг инновацион йўналишларини жорий этиш ва илмий тадқиқотларни чуқурлаштириш юзасидан халқаро ҳамкорлик йўлга қўйилмаган.

Тармоқнинг замонавий ривожланиш тенденцияларини ҳисобга олган ҳолда, тўқимачилик саноати соҳасида кадрларга бўлган реал эҳтиёжни ва уларни тайёрлашнинг истикболли йўналишларини аниқлаш, мутахассисларни тайёрлаш, қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш бўйича ўқув дастурларларини такомиллаштиришда иштирок этиш, ушбу соҳада илмий-тадқиқот ишларини чуқурлаштириш мақсадга мувофиқ бўлади.

Инновацион имкониятлар жаҳон иқтисодиёти тизимида миллий иқтисодиёт ўрнини аниқловчи стратегик ресурс ҳисобланади. Илмий ютуқлар интеграциясини ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш – импорт ўрнини босувчи ва экспорт структурасини кенгайтирадиган маҳаллий маҳсулотларни сифат кўрсаткичларини ва рақобатбардошлигини оширишнинг зарурий шартидир.

Агар истикболда тўқимачилик ва бошқа енгил саноат тармоқларида замонавий трикотаж машиналарининг технологик имкониятлари ва тайёр трикотаж маҳсулотлари дизайни тўлиқ ўзлаштирган ҳолда, республикада мавжуд бўлган маҳаллий хом ашёни етарли даражада қайта ишлаб, тайёр маҳсулотлар ташқи бозорга етказиб берилса, катта иқтисодий самарадорликка эришиш мумкин.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Фан ва технологияларни ривожлантиришни мувофиқлаштириш қўмитаси, "Ўзтўқимачиликсаноат" Уюшмаси ёрдамида Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти "Тўқимачилик матолари технологияси" кафедраси олимлари томонидан трикотаж маҳсулотлари сифатини ошириш, маҳаллий хом ашёдан самарали фойдаланиб рақобатбардош трикотаж маҳсулотларини олиш технологияларини яратиш бўйича тўртта йўналишда илмий изланишлар олиб борилмоқда.

Биринчи йўналиш – трикотаж маҳсулотлари ишлаб чиқариш саноатида ипак ва ипак калава ипидан самарали фойдаланиш ҳисобига юқори гигиеник хусусиятларга эга бўлган трикотаж маҳсулотларини ишлаб чиқариш технологиясини яратишдан иборат. Марказий Осиё ҳудудида истиқомат қилаётган аҳолининг турмуш даражаси яхшиланган сари юқори гигиеник хусусиятларга эга бўлган табиий ипакдан тўқилган трикотаж кийимларга бўлган эҳтиёж ҳам ортиб бормоқда.

Табиий ипак чизикли зичлиги бўйича бир текислик, юқори пишиқлик, чўзилувчанлик, ҳаво ва буғ ўтказувчанлик, юқори гигиеник хусусиятларни ўзида мужассамлаштирганлигига қарамасдан унинг ассортименти чекланган ва асосан улардан кrep ва авра турдаги тўқималар ишлаб чиқаришда фойдаланилади, гарчи чет элда ушбу ноёб хом ашёдан кенг қўламда фойдаланилмоқда.

Шунинг учун мавжуд трикотаж машиналар имкониятидан фойдаланган ҳолда табиий ипакдан фойдаланиш диапозонини кенгайтириш масаласи Ўзбекистон учун долзарб вазифа ҳисобланади.

Табиий ипакдан фойдаланиб, янги таркибли трикотаж тўқималари турларини ишлаб чиқариш нафакат табиий ипакдан фойдаланиш соҳасини кенгайтиради, балки ишлаб чиқарилаётган трикотаж тўқималари ассортиментини ҳам кенгайтиради ва уларнинг сифат, истеъмолчилик кўрсаткичларини ва айниқса гигиеник хусусиятларини ошириш имконини беради.

Ҳозирги пайтда Ўзбекистон корхоналарида ўрнатилган замонавий трикотаж тўқув машиналарнинг технологик имкониятларидан фойдаланган ҳолда кафедра олимлари томонидан пахта-ипак ипидан пайпок, ички кийимлар ва енгил устки трикотаж кийимларини ишлаб чиқариш технологиялари яратилган.

Трикотаж тўқималар намуналари олинди ва ушбу намуналарнинг технологик кўрсаткичлари ва физик-механик ва гигиеник хусусиятлари аниқланди. Тақдим этилган технология ишлаб чиқариш синовидан ўтказилди. Яратилган технологияларнинг афзаллиги олинган назарий ва экспериментал тадқиқот натижалари асосида исботланди.

Таклиф қилинаётган юқори физик-механик, гигиеник хусусиятлари олдиндан берилган ва шакл саклаш хусусияти яхшиланган, маҳаллий ипак ва пахта ипидан фойдаланиб, мавжуд ва янги яратилган тўқима тузилишини аралаштириш йўли орқали трикотаж тўқимасини олиш усули сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатмаган ҳолда, маҳсулот бирлигига нисбатан хом ашё сарфини камайтириш, трикотаж маҳсулотлари ассортиментини кенгайтириш имконини беради.

Иккинчи йўналиш – ёпқичли ва футерли тукли трикотаж тўқимасини ишлаб чиқариш, бу ерда асос ипи сифатида синтетик иплар ўрнига пахта ипига оз миқдорда лайкра ипи қўшилиб тўқилган янги таркибли трикотаж тўқимасини олишга эришилди. Кўпинча устки трикотаж

кийимлари учун мўлжалланган ёпқичли ва футерли тукли трикотаж ишлаб чиқаришда трикотаж тўқимасининг шакл сақлаш хусусиятини ошириш мақсадида асос ипи сифатида полиэстер калава ипидан фойдаланилади. Бирок, полиэстер қиммат баҳо хом ашё ҳисобланади, шунингдек полиэстер калава ипи қўлланилганда трикотаж тўқимасининг гигиеник хусусиятлари камаяди. Худди шунингдек, асос ипи сифатида полиэстер калава ипидан, тукли ип сифатида эса пахта ипидан фойдаланилганда, бўйш жараёнида қийинчиликлар номоён бўлади, чунки турли ҳил хом ашёдан фойдаланилганда турлича бўйш режими талаб қилинади ва тўқима турлича бўялади.

Шунинг учун биз томондан тўқима таркибига лайкра ипини киритиш йўли орқали тукли трикотаж тўқимасининг шакл сақлаш хусусиятини ошириш бўйича тадқиқот ўтказилди. Бунда лайкра ипи асос ипига қўшиб, биргаликда тўқилади. Лайкра ипидан фойдаланган ҳолда тукли трикотаж тўқимасини ишлаб чиқаришнинг афзаллик томонлари шундан иборатки, бунда лайкра ипи чўзилгандан сўнг дастлабки ўлчамларига қайтиш хусусиятига эга бўлганлиги сабабли тукли трикотаж тўқимасининг шакл сақлаш хусусиятини оширади, лайкра ипи ингичкалиги ҳисобига эса трикотаж тўқимаси енгил бўлади ва ип тўқиманинг сиртига чиқиб қолмайди.

Янги усулда олинган тукли трикотаж тўқима намуналарининг технологик кўрсаткичлари, физик-механик ва гигиеник хусусиятлари бўйича олиб борилган таҳлил натижаларидан маълум бўлдики, бунда асос ипи сифатида полиэстер (19 – 21 %) калава ипи ўрнига пахта ипига оз миқдорда (0.8 – 1.7 %) юқори чўзилувчан лайкра ипи қўшиб тўқилганда трикотаж тўқимасининг гигиеник хусусиятларини яхшилашга, шакл сақлаш хусусиятини оширишга, чет элдан келтириладиган қимматбаҳо полиэстер хом ашёсини тежаш ҳисобига трикотаж тўқима таннарҳини камайтиришга эришилади.

Таклиф этилган трикотаж тўқимасидан юқори сифатли трикотаж маҳсулотларини, айниқса болалар ассортиментини тайёрлашда муваффақиятли фойдаланиш мумкин.

Янги тузилишга эга бўлган трикотаж тўқималарини олиш усулини афзалликлари шундан иборатки, бунда янги дастгоҳларни қўллаш талаб қилинмайди, балки Республика корхоналарида ўрнатилган мавжуд трикотаж тўқув машиналари базасидан фойдаланиш мумкин.

Учинчи йўналиш – трикотаж ишлаб чиқариш корхоналарида ўрнатилган замонавий трикотаж машиналарининг технологик имкониятларидан тўлиқ фойдаланиш ҳисобига сифат кўрсаткичлари юқори бўлган икки қатламли, аралаш ва тукли трикотаж тўқималарини олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборатдир.

Икки қатламли трикотаж тўқималарининг барча тузилишлари учун хос бўлган умумийлик шундан иборатки, бунда унинг ҳар бир мустақил қатлами ўзида бош, ҳосилали, нақшли ёки аралаш бир қаватли тўқимани номоён қилади. Тўқиш жараёнида мато ёки қатламлар орқа томони билан ҳалқа тузилишидаги айрим элементлар ёрдамида ўзаро шундай бириктирилганки, бунда ҳалқа боғлиқлигини бузмаган ҳолда битта тўқимани сўтиб, иккинчисини сақлаб қолиш мумкин.

Натижада олинган трикотаж тўқимасида ранги бўйича бир-биридан фарқ қиладиган иккита қатлам ҳосил бўлади, бунда олд қатлам ҳалқалари орқа қатлам сиртига чиқмайди, орқа қатлам ҳалқалари эса олд қатлам сиртига чиқмайди. Тақдим этилаётган трикотаж тўқимасини олиш усулининг оддийлиги сабабли амалий жихатдан ясси игнадонли машинанинг иш унумдорлигини камайтирмасдан, машина конструкциясига ўзгартиришлар киритмасдан, балки технологик имкониятларидан тўлиқ фойдаланиш ҳисобига, орқа қатлам учун ип сифатида нарҳи арзон хом ашёлардан, турли рангдаги калава ип қолдиқларидан, олд қатлам учун эса олинаётган трикотаж тўқимасидан мақсадли фойдаланиш талабларига жавоб бера оладиган калава ипларни қўллаган ҳолда, хом ашё сарфи камайтирилган, юқори сифатли икки қатламли трикотаж тўқимасини олиш мумкин.

Тақдим этилаётган трикотаж тўқимасидан устки трикотаж маҳсулотлари ва болалар ассортиментини ишлаб чиқариш мақсадга мувофиқдир.

Тўртинчи йўналиш – трикотаж ишлаб чиқариш корхоналарида ўрнатилган трикотаж машиналарининг технологик имкониятларини кенгайтириш ва бу машиналарда трикотаж тўқималарини янги турларини олиш мақсадида машина конструкцияларига ўзгартиришлар киритиш.

Бу йўналишда олиб борилган илмий ишлар натижаларида трикотаж машиналарининг тортиш ва ип бериш механизмларининг янги такомиллаштирилган конструкциялари яратилди [3 – 6].

Эгиш жараёнида тукли ип таранглигини камайтириш мақсадида биринчи марта янги қайишқоқ асосли ролик конструкцияси яратилди.

Диск ва цилиндр ҳалқаларини тортиш зонаси таҳлили асосида айлана икки игнадонли машинанинг тортиш механизми такомиллаштирилди ва тортиш механизми параметрларининг боғлиқлик кўрсаткичлари ишлаб чиқилди.

Айлана игнадонли тўқув машинасида тукли трикотажни олишда тукли ип таранглигини ўлчайдиган аниқлиги юқори бўлган янги қурилма ва тукли ипни трикотаж асосига маҳкамланганлик даражасини аниқлайдиган янги мослама яратилди.

Янги яратилган механизмларни трикотаж машиналарида қўллаш ҳисобига ишлаб чиқарилаётган трикотаж маҳсулотларини сифати ошди, технологик имкониятлари кенгайтирилди.

Олиб борилган илмий тадқиқотлар натижалари инновацион лойиҳалар танловига тақдим этилди, натижада фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларини амалга ошириш мақсадида бир гуруҳ олимларга Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Фан ва технологияларни ривожлантиришни мувофиқлаштириш қўмитаси томонидан грантлар берилди. Бу йўналишдаги тадқиқот иши Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқ равишда амалга оширилди.

Кўрсатилган йўналишлар бўйича олиб борилган илмий-тадқиқотлар натижалари бир қатор халқаро илмий-амалий конференцияларда ёритиб берилди ва чет эл илмий журналларида чоп этилди [7 – 10], шунингдек илмий янгилиги исботланди ва Ўзбекистон Республикаси патентларида тасдиқланди. "Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар Республика ярмаркаси"да бир қатор кафедра олимлари ўзларининг илғор инновацион ғоялари, технология ва лойиҳалари, илмий ишланмалари ва юқори гигиеник хусусиятларга эга бўлган тажрибавий трикотаж тўқима намуналари билан иштирок этиб, совринли ўринларни эгалладилар, ярмаркада трикотаж маҳсулотларини ишлаб чиқарувчи корхона раҳбарлари тадқиқот натижалари билан танишиб, олинган натижаларни амалиётга татбиқ этиш мақсадида ишлаб чиқарувчилар ва кафедра олимлари ўртасида ўзаро хўжалик шартномалари имзоланди.

Илмий тадқиқот ишларини ва олинган натижаларни амалиётга жорий этиш ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг рақобатбардошлиги оширади, маҳаллий хом ашёни қайта ишлаш улушини кўпайтиради, ички бозорни сифатли трикотаж маҳсулотлари билан тўлдириш ва маҳаллий ишлаб чиқарилган трикотаж маҳсулотларини халқаро бозорга олиб чиқиш имконини беради.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг Олий мажлисга мурожаатномаси. Тошкент. 2017 йил 22 декабр.
- [2] Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-5285 сонли “Тўқимачилик ва тўқув трикотаж саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги фармони. Тошкент. 2017 йил 14 декабр.
- [3] Патент IAP 04090. Трикотаж туклари илмоқларини ҳосил қилиш учун қурилма. Убайдуллаева Д.Х., Мукимов М.М., Исабаев А.Э. 29.01.2010. Бюл. № 1
- [4] Патент FAP 01083. Айлана икки игнадонли тўқув машиналарида трикотаж матосини тортишга мўлжалланган йўналтирувчи мослама. Усмонкулов Ш.К., Мукимов М.М., Алланиязов Ф.Ш., Джураев А.Д. 29.04.2016. Бюл. № 4.
- [5] Патент FAP 00339. Оборот машинасининг игнадони. Джураев А.Д., Мукимов М.М., Умарова М.Н., Байжанова С.Б., Тулендиева Г.О. 31.01.2008. Бюл. № 1
- [6] Патент FAP 00538. Ясси игнадонли машина. Байжанова С.Б., Сарыбаева Э.Е., Махмудова Г.М., Убайдуллаева Д.Х., Мукимов М.М. 31.04.2010. Бюл. № 4.
- [7] Ханхаджаева Н., Мукимов М. New knitting fabric structures made on flat-bed knitting machine // Международный форум Японии. 2008. 353 – 364 б.
- [8] Ханхаджаева Н., Мукимов М. Flat knitting interlock structures. The Indian textile journal. RS 35. Индия. 2009. 14 – 18 б.
- [9] Усмонкулов Ш.К., Хазраткулов Х.А. Технология получения футерованного двухслойного трикотажа // European Applied Sciences. Германия. 2015. № 3. С. 63 – 67.
- [10] Алламуратова Т.К., Мукимов М.М. Investigation of technological parameters and physic-mechanical properties of an inlay knitted fabric on the base of double-layer stitch. International journal of advanced research in science, engineering and technology. Vol. 5. Issue 2. Febrary 2018. P. 5136 – 5141.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

12.03.2018 й.
қабул қилинган

М.М. Мукимов. Место инновационных разработок в текстильной промышленности

В статье приведены способы выработки конкурентоспособных трикотажных изделий на основе, эффективного использования местного сырья, расширения ассортимента выпускаемых трикотажных изделий и повышения их качества.

M.M. Mukimov. The place of innovative developments in the textile industry

The article describes ways of developing competitive knitwear products, using local raw materials efficiently, expanding the range of produced knitted goods and improving their quality.

УЎК 677. 021.125

Н.А. НАВРУЗОВ

ЖИН ХОМ АШЁ ВАЛИГИНИНГ ТУЗИЛМА ТАРКИБИНИ АНИҚЛАШ МЕТОДИКАСИ ВА ТАҲЛИЛИ

Маълумки, хом ашё валиги мураккаб тузилма таркибга эга бўлиб, уни бир жинсли деб қараб бўлмайди, жин ускунасининг хом ашё валигида ҳар хил толадорликка эга бўлган чигитлар мавжуд бўлиб, бунда арра тиши билан мулоқотда бўлмаган толлалари яқка чигитлардан тортиб, толаси тўлиқ ажратилган чигитлар ҳам мавжуд [1].

Бир қатор олимлар [1 – 9] жин хом-ашё валигини тузилма таркибини аниқлаш бўйича илмий изланишлар олиб боришган. Бу тадқиқотларни тахлили шуни кўрсатадики, улар жин хом ашё валигини тузилмаси таркибини аниқлашда умумий бир тўхтамга келишмаган. Хом – ашё валигини тузилмаси таркибини турлича фракцияларга бўлиб ўрганишган (1-жадвал).

Бу ўз навбатида жин хом ашё валигини тузилма таркибини аниқ тасвирлаб берувчи, ишончли методиканинг мавжуд эмаслигини кўрсатади.

1-жадвал

Жин хом ашё валигини тузилма таркибини ўрганилганлик даражаси

т/р	Хом ашё валигини таркибини номланиши	Хом ашё валиги таркибини тадқиқотчилар томонидан бўлиниши							
		Б. Левкович	Н. Гулидов	Р. Қаттажаев	М. Тиллаев	Б. Бекмирзаев	Т. Саидхаджав	Х. Худойкулов	Р. Сулаймонов
1	Арра тиши тегмаган толалари яқка чигит	+	+	+		+		+	+
2	Тўлиқ жинланган чигитлар	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Ҳар хил тола тутамига эга чигитлар	+					+		
4	Майда тола тутамига эга чигитлар		+		+	+			
5	Қатта тола тутамига эга чигитлар		+		+	+			
6	Қисман жинланган чигитлар	+	+	+		+		+	
7	Эркин тола					+	+		
8	Ифлосликлар					+	+		
9	Йирик ифлосликлар	+							
10	Шикастланган чигит					+			
11	Тўлиқ жинланмаган чигитлар			+	+				+
Жами		5	5	4	4	8	4	3	3

Жадвалнинг таҳлили шуни кўрсатадики, деярли тадқиқотчиларнинг барчаси жин ускунасининг хом ашё валигида арра тиши тегмаган толалари чигитлар ва тўлиқ жинланган чигитларнинг бўлиши тўғрисида бир тўхтамга келишган. Қолган кўрсаткичлар бўйича умумий бир хулосага эга эмас. Бундан ташқари ҳар хил тола тутамига эга чигитлар, майда тола тутамига эга чигитлар, қатта тола тутамига эга чигитлар, қисман жинланган чигитлар ва тўлиқ жинланмаган

чигитлар мавжудлигини таъкидлаган бўлсаларда, аммо уларни аниқлаш методикасини келтиришмаган, яъни уларни визуал кўз билан чамалаб аниқлашган. Бу ўз навбатида хатоликларга олиб келади.

Олдинги тажрибаларни камчиликларини инобатга олган ҳолда ишлаб чиқариш шароитида 4ДП-130 аррали жинларда хом ашё валигини тузилма таркибини аниқлаш бўйича тажриба синови ўтказилди.

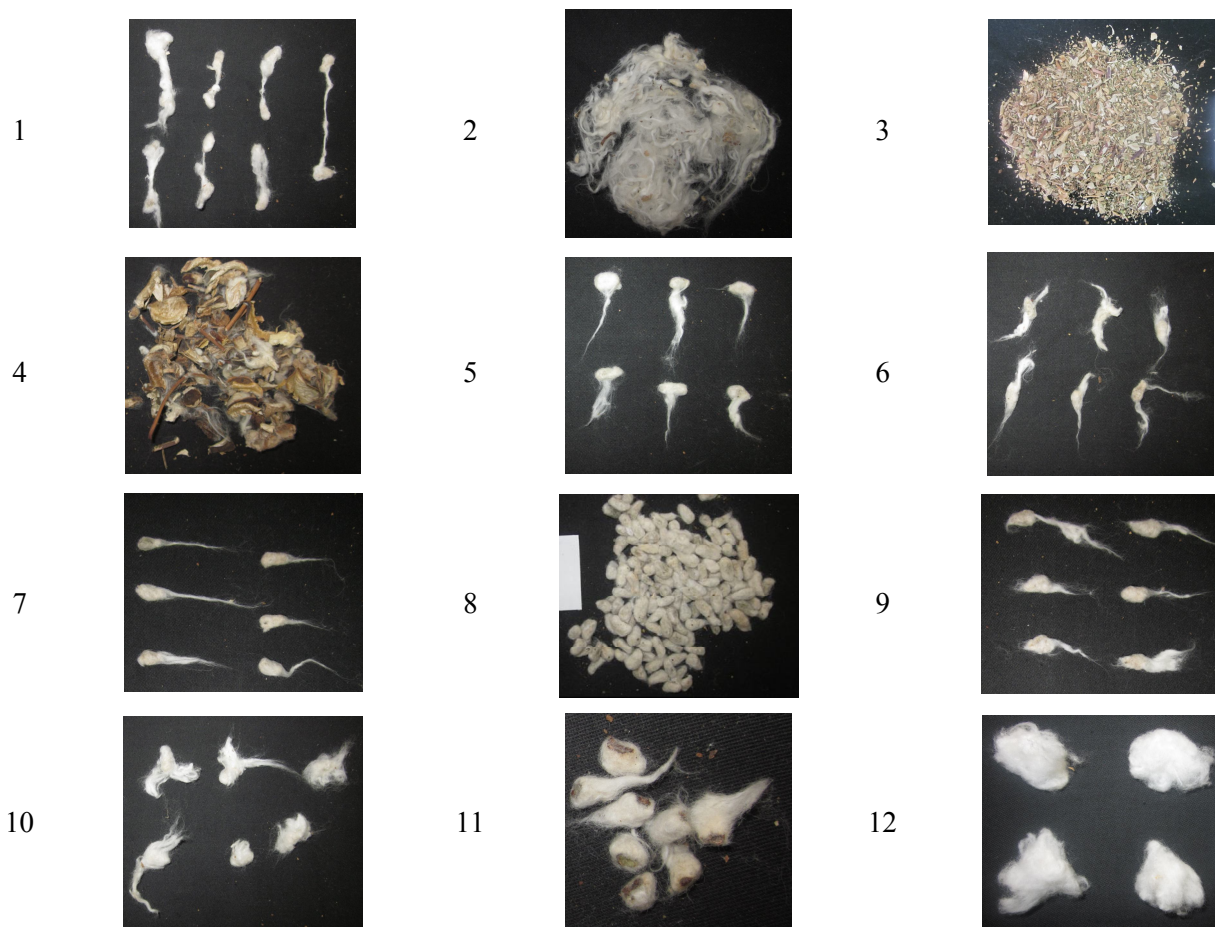
Хом – ашё валигининг тузилма таркибини аниқлаш учун ундан 10 см қалинликда намуна кесиб олиниб унинг таҳлили амалга оширилди.

Жин хом ашё валигидан намуна қирқиб олиш мосламаси жин ишчи камераси профили бўйича тайёрланган қалин 2 та картон дискдан иборат.

Аррали жин хом ашё валигидан намуна олишдан аввал жин ишчи камераси тўлиқ бўшатилиб ишга туширилди. Жинга берилаётган пахта ва чигит тароғининг ҳолати ўзгармаган ҳолда аррали жин 15 дақиқа давомида бир маромда ишлатилди. Сўнг бир вақтнинг ўзида хом ашё валигига берилаётган пахта ва жин ишчи камераси аррали цилиндрдан чиқарилди.

Жин ишчи камерасининг олди фартуги очилиб хом ашё валиги 100 мм қалинликда ўлчаб белгилаб олинди. Белгиланган биринчи нуқтадан бошлаб хом ашё валигини бир томони бўшатилади. Олдиндан тайёрланган мослама бир томонига қўйилади ва иккинчи томонга мосламанинг иккинчи қисми киритилади. Шундан сўнг икки томонидан маҳкам тутиб жин ишчи камарасидан чиқарилади.

Шундан сўнг олинган намунадан 50 грамдан 5 та намуна танлаб олинди. Ушбу намуналарни таҳлили натижасида, унда қуйидаги 12 та фракция мавжудлиги аниқланди (1-расм.) ва уларнинг оғирлик улушлари 2-жадвалга ёзиб борилди.



1-расм. Хом ашё валигининг таркиби: 1 – икки чигитли пахта бўлаги; 2 – эркин тола; 3 – майда ифлослик; 4 – йирик ифлосликлар; 5 – толаси ён томонида қолган чигитлар; 6 – толаси аралаш ҳолда қолган чигитлар; 7 – толаси микропил қисмида қолган чигитлар; 8 – тўлиқ жинланган чигитлар; 9 – толаси халаза қисмида қолган чигитлар; 10 – қисман жинланган чигитлар; 11 – синган чигит қобиғи; 12 – арра тиши тегмаган толали чигитлар

Гурухларга ажратилиб бўлингандан сўнг ҳар бир гуруҳ таркибидаги қолдиқ толани аниқлаш ва уни ажратиш олиш қўлда бажарилди. Ҳар бир гуруҳ бўйича ажратилган тола ва чигит алоҳида тортилиб 2-жадвалда қайд этиб борилди.

Сўнгга ушбу ўтказилган тажриба натижаларини ишончлилиқ даражаси текширилди. Бунда биринчи навбатда кескин фарқ қилувчи тажриба натижаларини аниқлаш ва чиқариб ташлаш амалга оширилди.

Тажриба натижаларининг ичида бошқаларидан ўта катта ёки ўта кичик бўлган қийматлар учраши мумкин. Одатда бундай қийматлар жадвалдан чиқариб ташланади, Масалан, тажриба ўтказиш натижасида чикувчи кўрсаткичнинг $Y_1 Y_2 Y_3 \dots Y_i \dots Y_j \dots Y_{m-1} Y_m$ қийматларини олайлик ва $Y_i = Y_{min}$ бўлсин. Агар Y_{min} ва Y_{max} қийматлар бошқа қийматлардан кескин фарқ қилса, улар ўрта қиймат ва дисперсиянинг меъёридан четга чиқиб кетишларига сабаб бўлади.

2-жадвал

Хом ашё валиги тузилма таркибини таҳлили натижалари

№	Номланиши	Масса, г/%						Тола, г/%						Чигит, г/%					
		1	2	3	4	5	ўрт	1	2	3	4	5	ўрт	1	2	3	4	5	ўрт
1	2 та ундан ортиқ боғланган чигитлар	0.1	0.11	0.11	0.12	0.11	0.55	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.035	0.08	0.09	0.1	0.09	0.09	0.09
		0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2
2	Эркин тола	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03						0.03						
		0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1		0.1	0.1						
3	Майда ифлосликлар	0.32	0.29	0.23	0.36	0.23	0.29												
		0.4	0.3	0.2	0.5	0.2	0.59												
4	Йирик ифлосликлар	3.56	2.88	3.1	3.52	2.45	3.10												
		7.1	5.8	6.2	7.0	4.9	6.2												
5	Толаси ён томонида қолган чигитлар	5.03	5	4.03	4.15	3.60	4.36	0.14	0.19	0.10	0.09	0.08	0.12	4.88	4.81	3.92	4.06	3.52	4.24
		10.1	10.0	8.1	8.3	7.2	8.72	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	9.8	9.6	7.8	8.1	7.0	8.5
6	Толаси аралаш холда қолган чигитлар	11.21	6.98	10.18	9.78	9.00	9.43	0.44	0.37	0.48	0.52	0.45	0.45	10.74	6.62	8.70	10.26	8.55	8.97
		22.4	14.0	20.4	19.6	18.0	18.86	0.9	0.7	1.0	1.0	0.9	0.9	21.5	13.2	17.4	20.5	17.1	17.9
7	Толаси микропил қисмида қолган чигитлар	8.95	12.27	10.59	10.89	11.68	10.88	0.14	0.15	0.13	0.13	0.14	0.14	8.80	12.11	10.45	10.76	11.54	10.74
		17.9	24.5	21.2	21.8	23.4	21.56	0.28	0.3	0.26	0.26	0.28	0.3	17.6	24.2	20.9	21.5	23.1	21.5
8	Тўлиқ жинланган чигитлар	9.03	11.3	9.79	10.80	12.02	10.59												10.59
		18.1	22.6	19.6	21.6	24.0	21.18												21.18
9	Толаси халаза қисмида қолган чигитлар	7.75	8	8.88	6.98	7.61	7.84	0.12	0.16	0.15	0.10	0.14	0.13	7.62	7.84	9.72	5.87	7.47	7.7
		15.5	16.0	17.8	14.0	15.2	15.08	0.2	0.3	0.3	0.2	0.28	0.3	15.2	15.7	19.4	11.7	14.9	15.4
10	Қисман жинланган толалар яқка чигитлар	4.25	2.7	3.26	3.54	3.42	3.43	0.71	0.64	0.60	0.76	0.57	0.66	3.55	2.06	2.63	2.77	2.84	2.77
		8.5	5.4	6.5	7.1	6.8	6.86	1.4	1.3	1.2	1.5	1.1	1.3	7.1	4.1	5.3	5.5	5.7	5.5
11	Синган чигит қобиғи	0.0	0.13	0.05	0.08	0.07	0.07												
		0.0	0.3	0.1	0.2	0.1	0.14												
12	Арра тиши тегмаган толалар чигитлар																		
	Жами	50	50	50	50	50	50	1.55	1.60	1.46	1.60	1.38	1.42	35.59	33.88	35.42	33.72	33.92	45.12

Олинган қийматларни кескин фарқ қилувчи эканлигини аниқлаш ва чиқариб ташлашни статистик усулидан фойдаланамиз [10].

1. 2 – жадвалининг ҳар бир сатри учун ўрта қиймат ва дисперсиялар ҳисобланади.

$$\bar{Y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_i, \quad (1)$$

$$S^2\{Y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (Y_i - \bar{Y})^2. \quad (2)$$

2. Смирнов – Грабс мезонларини ҳисобий қийматлари аниқланди:

$$V_{x \max} = \frac{(Y_{i \max} - \bar{Y})}{S\{Y\}} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \quad (3)$$

$$V_{x\max} = \frac{(\bar{Y} - Y_{i\min})}{S\{Y\}} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \quad (4)$$

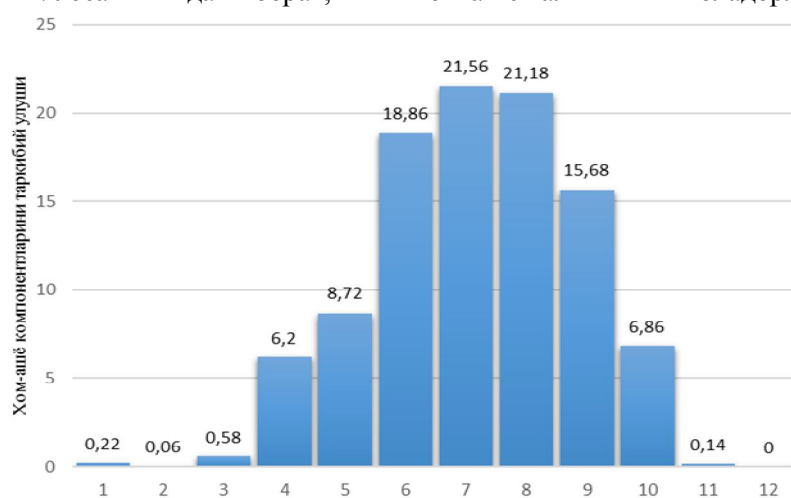
Сўнгра $V_{x\max}$ ва $V_{x\min}$ лар Смирнов – Грабс мезонининг [9] дан топилган $V_J [R_d, m]$ ёки $V_J [\alpha, m]$ жадвал қиймати билан солиштирилди. $V_{x\max} > V_J$ ва $V_{x\min} > V_J$ шартларга кўра шубха қилинаётган энг катта ёки энг кичик тажриба натижалари чиқариб ташланди.

Кўриб чиқиладиган вариантда $V_J [\alpha=0.05; m=5]=1.869$.

2 – жадвалнинг ҳар бир сатри учун яққол ажралиб турган тажриба натижалари чиқариб юборилгандан сўнг, тажрибалар жадвалининг сатри бўйича ўртача қиймати ва дисперсиялари қайта ҳисобланди.

Икки ва ундан ортиқ чигитли пахта хом-ашё валигидаги пахта таркибини характерлаб беради. Тўлиқ жинланган чигит тоифасидан ташқари толали чигитлар 5 та тоифага бўлинган. Бу тоифалар пахтани жинлаш жараёнини характерлаб уни таҳлил қилиш имконини беради.

Хом-ашё валиги таркибини характерловчи кўрсаткичлар ажратиб олиниб тортилди ва оғирлиги бўйича улуши аниқланди, яъни хом-ашё валигининг оғирлиги асосан 40 – 45 кг бўлиб, уни 2.82 % тола, 90.24 % эса чигитдан иборат, яъни хом-ашё валигининг толадорлиги ўта паст.



2-расм. Хом-ашё валиги тузилма таркиби: 1 – икки чигитли пахта бўлаги; 2 – эркин тола; 3 – майда ифлослик; 4 – йирик ифлосликлар; 5 – толаси ён томонидан қолган чигитлар; 6 – толаси аралаш ҳолда қолган чигитлар; 7 – толаси микропил қисмида қолган чигитлар; 8 – тўлиқ жинланган чигитлар; 9 – толаси халаза қисмида қолган чигитлар; 10 – қисман жинланган чигитлар; 11 – синган чигит қобиғи; 12 – арра тиши тегмаган толали чигитлар

2-расмда хом-ашё валиги тузилма таркиби гистограммада келтирилган бўлиб, унда тўлиқ жинланган чигитлар миқдори 21.18 % ни ташкил этади. Қолдиқ толадорликка эга бўлган чигитларни таҳлили, чигитни микропил қисмида, яъни уч қисмида тола миқдори 0.28 % ни ташкил этиб у намуна оғирлигини 21.56 % ни, халаза қисмида (ясси учида) эса мос равишда 0.28 ва 15.68 % ни ташкил этади. Жинлаш жараёнида чигитларни ён томонидан толалар тўлиқ ажратилиб, микропил ва халазадан эса бир қисми ажралади.

Хулоса қилиб шуни айтиш керакки, қолдиқ толалар чигитларни микропил ва халаза қисмларида қолар экан. Олинган натижалар жин камерасида чигитни микропил ва халаза қисмлари арра тишларига дуч келиши камроқ ва тола узилиши нисбатан қийинроқ эканлигини ҳамда чигитни хом-ашё валиги айланишида жойлашув ҳолатини ўзгартириш кераклигини кўрсатади.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Левкович. Б. А. Элементы теории дженирования. Ташкент: Госиздат, 1938. –163 бет.
- [2] Karin R. Jacobsen, Yaffa L. Crossman, You-Lo Hsieh, Richard E. Plant, William F. Lalor. Judith A. Jernstedt. «Neps, Seed-Coat Fragments, and Non-Seed Impurities in Processed Cotton» // Journal of Cotton Science. 2011. №5. P. 53-67.
- [3] Гулидов Н.Г. Пути увеличения производительности пильных джинов: Дис...канд.техн.наук. Ташкент. 1942 .
- [4] Каттаходжаев Р.М. Исследование влияния пил увеличенного диаметра на основные показатели процесса дженирования: Дис...канд.техн.наук. Ташкент, 1961.

- [5] Тиллаев М.Т. Исследование влияния ускорителя вращения сырцового валика на основные показатели процесса джинирования: Дис...канд.техн.наук. Ташкент, 1974.
- [6] Бекмирзаев Б.И. Разработка способа регулирования питания пыльного джина по воздухопроницаемости сырцового валика в целях улучшения качества волокна и семян: Дис...канд.техн.наук. Ташкент, 1989.
- [7] Саидхаджаев Т. Исследование влияния между пыльного расстояния на процесс джинирования: Дис...канд.техн.наук. Ташкент, 1966.
- [8] Худайкулов Н.М. Повышение пыльного джинирования хлопка-сырца путем колебания рабочей камеры и семенной гребенки: Дис...канд.техн.наук. Ташкент, 1991.
- [9] Сулаймонов Р. Разработка рабочей камеры с улучшением семявыделения при пыльном джинировании хлопка-сырца: Дис...канд.техн.наук. Ташкент, 2006.
- [10] Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механикотехнологических процессов текстильной промышленности. М. 1980.

Тошкент тўқимачилик ва энгил саноат институти

12.03.2018 й.
кабул қилинган

Н.А. Наврузов. Методика определения структурного состава сырцового валика джина и их анализ
В статье предложены параметры, характеризующие структурный состав валика в рабочей камере пыльного джина. Определены и проанализированы их массовые доли.

N.A. Navruzov. Method for determining the structural composition of a raw gin roller and analysis
In the article is suggested the parameters of characterizing the structural composition of the bead in the working camera of the saw gin, It is analyzed and determined its mass fraction.

УДК 534.835

Р.Х. ПИРМАТОВ, А.В. ЗАХАРОВ

О ЗАВИСИМОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВУКА ОТ УГЛА ПАДЕНИЯ НА ГРАНИЦУ СРЕД ИЛИ МАССИВНЫЙ СЛОЙ

В акустике и волновой механике задачу о косом падении звука на границу сред решают посредством законов Снелла (Снеллиуса) и формул Френеля, полученных для световых лучей и хорошо подтвержденных оптическими экспериментами. В акустике формулы Френеля коэффициентов прохождения и отражения звука получены

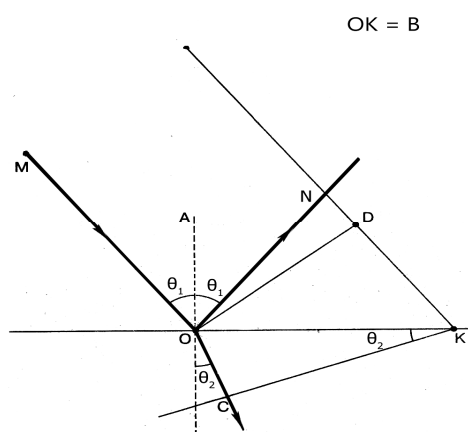


Рис. 1. Соотношение ширины OD падающего и преломленного KC -лучей. Ширина пятна контакта, падающего и преломленного лучей $B=OK$

теоретически путем совместного решения уравнений неразрывности колебательной скорости и звукового давления на границе сред и состоят из соотношений акустических сопротивлений сред. Лучи падающей, отраженной и прошедшей волн представляются векторами в виде отрезков линий, лишенных поперечного размера (рис. 1), и условия неразрывности рассматриваются в точке пересечения векторов. Таким образом, в физической модели прохождения звука из рассмотрения исключался фактор поперечного сечения луча.

При нормальном падении звука на границу сред поперечные сечения лучей падающей, отраженной и прошедшей волн одинаковы, а векторы колебательной скорости падающей, отраженной и прошедшей волны лежат на одной прямой. Формулы Френеля коэффициентов прохождения и отражения звука при этом имеют следующий вид:

$$\alpha = \frac{2\rho_2 c_2}{\rho_2 c_2 + \rho_1 c_1}, \quad \beta = \frac{\rho_2 c_2 - \rho_1 c_1}{\rho_2 c_2 + \rho_1 c_1}, \quad (1)$$

где ρ – плотность среды; c – скорость звука.

Используя известную связь между скоростью звука с длиной волны и частотой колебаний f : $c=\lambda f$, формулы (1) перепишем в следующем виде:

$$\alpha = \frac{2\rho_2\lambda_2}{\rho_2\lambda_2 + \rho_1\lambda_1}, \quad \beta = \frac{\rho_2\lambda_2 - \rho_1\lambda_1}{\rho_2\lambda_2 + \rho_1\lambda_1}. \quad (2)$$

Размерность членов формул (2) составляет: кг/м². Можно предполагать, что члены формул представляют массы объемов сред, равных произведению площади пятна контакта падающего и прошедшего лучей на длины волн, распространяющихся в первой и второй средах. Очевидно, к моменту падения волны на границу сред в объеме среды, охватываемой падающей волной, содержалось некоторое количество кинетической энергии и количества движения (эффективного значения) колеблющихся частиц среды. На момент после прохождения волны кинетическая энергия и количество движения распределились между объемами сред, охваченными отраженной и прошедшей волнами. Массы рассматриваемых объемов сред на указанные моменты времени вполне определены и представляют замкнутую систему [1. С. 137], к которой применимы законы сохранения количества движения и кинетической энергии.

Приняв площадь поперечного сечения звукового луча за единицу и обозначив эффективное значение колебательной скорости частиц среды символом v , уравнение закона сохранения количества движения представим в следующем виде:

$$\rho_1\lambda_1v = \rho_1\lambda_1\alpha v + \rho_2\lambda_2\beta v. \quad (3)$$

Уравнение закона сохранения кинетической энергии:

$$\rho_1\lambda_1v^2/2 = \rho_1\lambda_1(\alpha v)^2/2 + \rho_2\lambda_2(\beta v)^2/2. \quad (4)$$

Из решения системы уравнений (3), (4) получаются следующие формулы коэффициентов прохождения и отражения:

$$\alpha = \frac{2\rho_1\lambda_1}{\rho_1\lambda_1 + \rho_2\lambda_2}, \quad \beta = \frac{\rho_1\lambda_1 - \rho_2\lambda_2}{\rho_1\lambda_1 + \rho_2\lambda_2}. \quad (5)$$

Из сравнения полученных выражений с формулами Френеля (1) видно, что при общей структуре формул изменен порядок индексов, обозначаемых среды. Сравнение результатов расчета по формулам (1) и (5) с экспериментальными данными (прохождение звука через границу воздуха и морской воды) [2. С. 134] показало, что формулы (1) дают значения коэффициентов отражения и прохождения по звуковому давлению, а формулы (5) – значения коэффициентов по колебательной скорости [3].

При наклонном падении звука, согласно закону Снелла, угол падения θ_1 и угол преломления θ_2 на границах акустически разных сред всегда неравны, но равны, согласно условию неразрывности, следы падающего и преломленного лучей, следовательно, не равны поперечные сечения лучей OD и OK (см. рис. 1).

В современной литературе [4] формулы Френеля для косого падения волны коэффициента прохождения и отражения имеют следующий вид:

$$\alpha = \frac{2\rho_2c_2 \cos\theta_1}{\rho_2c_2 \cos\theta_1 + \rho_1c_1 \cos\theta_2}, \quad \beta = \frac{\rho_2c_2 \cos\theta_1 - \rho_1c_1 \cos\theta_2}{\rho_2c_2 \cos\theta_1 + \rho_1c_1 \cos\theta_2}.$$

Косинусы углов падения и преломления здесь представляют направления векторов.

Для получения выражений коэффициентов прохождения и отражения из уравнений сохранения необходимо знать массы объемов сред, охватываемых лучами падающей и прошедшей волн, а, следовательно, величины их поперечных сечений. Условимся, что площадь поперечного сечения луча в зависимости от угла падения меняется только за счет ширины луча, лежащего в плоскости рисунка. Тогда их можно получить умножением ширины B пятна контакта падающей и отраженной волн на косинусы углов падения и преломления звуковых лучей. Таким образом, масса объема среды, охватываемая лучом на длине падающей (и отраженной) волны, будет равна $\rho_1c_1B\cos\theta_1$, а прошедшей соответственно – $\rho_2\lambda_2B\cos\theta_2$. Значение колебательной скорости в падающей волне под углом θ_1 к нормали поверхности раздела сред составит $v/\cos\theta_1$, в отраженной волне – $\beta v/\cos\theta_1$, в преломленной волне – $\alpha v/\cos\theta_2$. Количество движения массы среды, охватываемой падающим лучом на длине волны, равно

$$(\rho_1 \lambda_1 B \cos \theta_1) v / \cos \theta_1 = \rho_1 \lambda_1 B v$$

соответственно, лучом отраженной волны – $1\lambda_1 B \beta v$, лучом преломленной волны – $2\lambda_2 B \alpha v$. Приняв ширину пятна контакта B равной единице, для косоуго падения звука получим уравнение закона сохранения количества движения и уравнение закона сохранения кинетической энергии те же, что и для нормального падения. Из этого следует, что коэффициенты прохождения и отражения звука, вопреки распространенному мнению, не зависят от угла его падения.

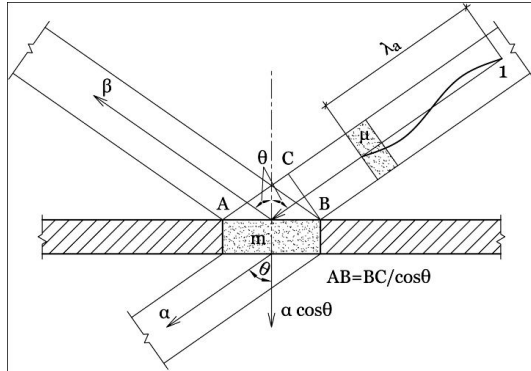


Рис. 2. Соотношение ширины лучей и пятна их контакта на пластине

Используемый в рассматриваемой задаче прием вычленения из среды объема, содержащего массу, характеризующую эту среду, позволил построить дискретную модель прохождения звука, позволившую использовать уравнения законов сохранения механики.

Используем этот прием при рассмотрении задачи о прохождении звука через пластину (рис. 2), разделяющую газовую или жидкую среду. В архитектурной и технической акустике известен «закон массы» изоляции воздушного звука массивной пластиной:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\alpha^2} \cong 20 \lg \frac{\pi m f}{\rho c} \text{ дБ}, \quad (6)$$

где ρ – плотность среды, разделяемой пластиной, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; m – поверхностная плотность пластины, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$; c – скорость распространения звука в среде, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$; f – частота колебаний, с^{-1} .

В физической модели формулы (6) величина m представляет сосредоточенную массу, на которую падает линейный звуковой луч. Практика показала, что при условии нормального падения звука на пластину, при котором площади поперечных сечений лучей падающей и прошедшей волн равны площади следа лучей на пластине, и на частотах ниже граничной частоты волнового совпадения формула обеспечивает результаты расчета, вполне близкие к реальным значениям.

Как и в предыдущей задаче, используя зависимость длины волны от скорости звука и частоты колебаний, закон массы изоляции звука массивной пластиной получим из совместного решения уравнений закона сохранения количества движения:

$$\frac{\rho \lambda}{2\pi} v = \frac{\rho \lambda}{2\pi} \alpha v + \left(\frac{\rho \lambda}{2\pi} + m \right) \beta v \quad (7)$$

и закона сохранения кинетической энергии

$$\frac{\rho \lambda}{2\pi} v^2 / 2 = \frac{\rho \lambda}{2\pi} (\alpha v)^2 / 2 + \left(\frac{\rho \lambda}{2\pi} + m \right) (\beta v)^2 / 2. \quad (8)$$

$$\text{Коэффициент прохождения колебательной скорости: } \alpha = \frac{2\rho\lambda}{2\rho\lambda + m}.$$

$$\text{Звукоизоляции} \quad R = 10 \lg \frac{1}{\alpha^2} \cong 20 \lg \left(\frac{\pi m}{\rho \lambda} + 1 \right) \text{ дБ,} \quad \text{для массивных плит, при}$$

$$m \gg \rho \lambda, R = 20 \lg \frac{\pi m}{\rho \lambda} \text{ дБ.}$$

При падении звука под углом θ к нормали пластины (рис. 3) формула закона масс приобретает следующий вид [5]:

$$R = 20 \lg \frac{\pi m}{\rho \lambda} \cos \theta \text{ дБ.} \quad (9)$$

Из рис. 2 видно, что ширина пятна контакта звуковых AB лучей больше их поперечного сечения BC в $1/\cos\theta$ раз. Поэтому необходимо в уравнениях (7) и (8) вместо величины m поставить величину $m/\cos\theta$. Тогда формула (9) преобразуется снова в формулу (6). Из этого следует, что изоляция пластины не зависит от угла падения. Такое положение наблюдается в диапазоне частот, расположенном ниже граничной частоты волнового совпадения. В этом диапазоне частот изгибная жесткость пластины мала и внешней волне противостоит инерция пластины деформирующейся, повторяя форму воздействующей волны подобно трепещущему на ветру полотнищу. Известно, что в любом совершающем колебания теле силы упругости противостоят силам инерции. При волновом совпадении, когда след падающей волны в среде совпадает с длиной изгибной волны в пластине, за счет влияния упругости инерционное сопротивление ослабевает, и прохождение звука увеличивается. Но явление волнового совпадения не является резонансом [6]. Волновое совпадение наблюдается на границах любых сред вследствие свойства их неразрывности. Особенность волнового совпадения при прохождении звука через пластину заключается в том, что в рассматриваемом частотном диапазоне пластина является не инерционным препятствием, а средой, в которой распространяются поперечные волны, в частности, изгибные волны. Поскольку пластина по толщине является несжимаемой, падающая волна одновременно проходит в две среды: в пластину и среду за ней.

Для получения формулы звукоизоляции пластиной в диапазоне частот волнового совпадения воспользуемся уравнениями (7) и (8), введя в них обозначение $\mu = \rho\lambda/(2\pi)$ и приняв вместо величины m величину $\mu_{изг} = m\lambda_{изг}/(2\pi)$. Первая величина означает приведенную массу [7, 8] воздушной среды, в которой распространяются звуковые волны. Вторая величина означает приведенную массу пластины, в которой распространяются изгибные волны. Приведенная масса является сосредоточенной массой, её действие на другие тела и среды эквивалентно действию среды, которую она представляет. Применение приведенной массы удобно в расчетах, использующих дискретные модели.

Формула звукоизоляции пластины в диапазоне частот звукового совпадения в результате совместного решения уравнений (7) и (8) после внесенных в них изменений будет выглядеть следующим образом:

$$R = 20 \lg \frac{\mu_{изг}}{2\mu} = 20 \lg \frac{m}{2\rho\lambda} = 20 \lg \frac{mf}{2\rho c} \text{ дБ.} \quad (10)$$

Как видно, полученная формула отличается от формулы (6) на величину 2π , соответствующую примерно 16 дБ. Сопоставление результатов расчета изоляции пластин из плотных материалов, полученных по этой формуле, с данными измерений показывает наибольшую их сходимость по сравнению с результатами расчета по всем известным формулам.

На изоляцию пластины в диапазоне ниже граничной частоты волнового совпадения большое влияние оказывает интерференция волн, прошедших в пластину извне, и волн, отражающихся от собственных краев пластины [7]. Коэффициент отражения колебательной скорости от краев в значительной степени зависит от жесткости и плотности крепления испытуемой пластины к примыкающим конструкциям. Испытатели же, судя по их описаниям условий испытаний, обращают внимание только на герметичность примыкания пластины по контуру. В результате в большинстве случаев отсутствуют данные, позволяющие учесть влияние на звукоизоляцию коэффициентов отражения. Статистика результатов натурных измерений в каменных и железобетонных домах показала отклонение звукоизоляции от значений, рассчитанных по формуле (6), стен и перекрытий на частотах около 100 Гц – до 9 дБ, через две октавы или на граничных частотах волнового совпадения – до 3 дБ. Таким образом, для практических расчетов в диапазоне частот ниже граничной частоты волнового совпадения звукоизоляцию целесообразно определять по формуле (6) с понижением рассчитанных значений на 6 дБ, а в диапазоне выше граничной частоты волнового совпадения определять по формуле (10).

На рис. 3 в качестве примера показаны экспериментальные и расчетные спектры изоляции стен из тяжелого бетона и из газосиликата. Сплошной линией показан расчетный спектр, выполненный по предложенному методу, пунктирной линией – по нормативному методу [9], полужирной линией показаны экспериментальные данные [10]. Как видно, расчетные линии по предлагаемому методу находятся с разных сторон линии, рассчитанной по нормативному методу, но в обо-

их случаях – ближе к экспериментальным кривым. Это указывает на то, что предлагаемый метод обеспечивает точность расчета выше нормативного.

В работе [8] подробно изложен метод дискретных моделей расчета изоляции однослойными ограждениями и приведен анализ сравнения результатов расчета и с результатами расчета по нормативным методикам и экспериментальными и натурными данными (всего 46 третьооктавных спектров), опубликованными в отечественных и зарубежных источниках. Рассматривались образцы из плотных материалов (камень, бетон, стекло, пластмассы) толщиной 300 – 3 мм, поверхностной плотностью 500 – 3 кг/м². Средние отклонения результатов расчетов по предложенному методу от экспериментальных данных составили 2.4 дБ, отклонения расчетных результатов по нормативным методам – 2.7 дБ.

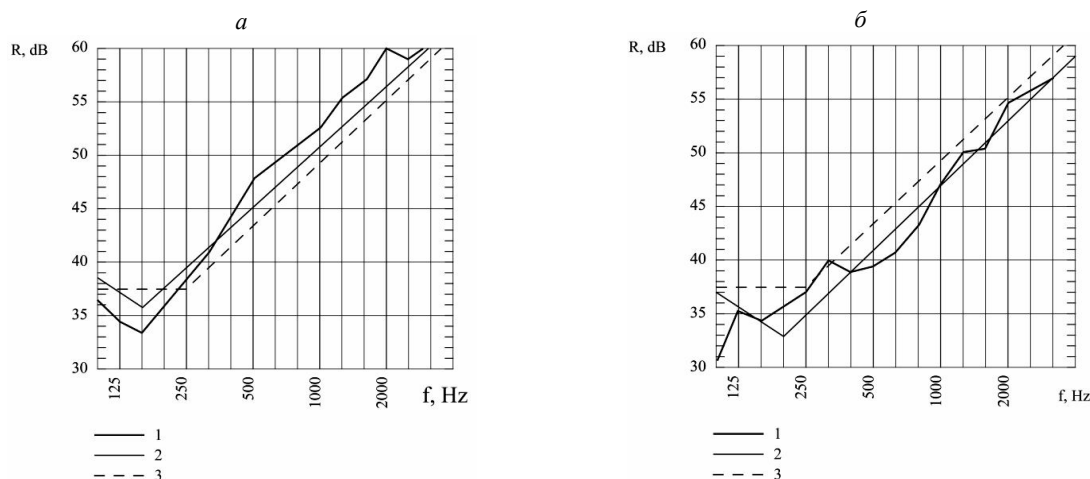


Рис. 3. Сравнение экспериментальных кривых (1) [10] с результатами расчета изоляции по предлагаемому методу (кривые 2) [8] и нормативному методу (3) [9]: а – железобетонная стена толщиной 120 мм; б – газосиликатная стена толщиной 100 мм

Выводы. 1. В работе показана независимость от угла падения величины прохождения звука через границу сред и величины звукоизоляции пластины на частотах ниже граничной частоты волнового совпадения.

2. Продемонстрирован метод расчета звукоизоляции, основанный на дискретной физической модели прохождения звука и позволяющий применять уравнения законов сохранения механики. Метод прост, результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными и практическими данными.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хайкин С. Э. Механика. М.;Л.: ОГИЗ, Гос. изд. техн. -теор. лит., 1947. – 576 с.
- [2] Исакович М. А. Общая акустика. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1973. – 496 с.
- [3] Захаров А. В. Условия неразрывности и законы сохранения механики в задачах о прохождении звука // Научное обозрение. 2016. № 1.
- [4] Яворский Б. М., Детлаф А. А., Лебедев А. К. Справочник по физике. М.: Изд. ОНИКС, 2006. – 1056 с.
- [5] Заборов В. И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. М.: Изд. лит. по строит, 1969. – 186 с.
- [6] Zakharov A. About some misunderstandings in the modern theory of the sound isolation and discrete models of sound transmission // Applied Mechanics and Materials. Vol. 467. 2014. P. 361 – 366.
- [7] Захаров А. В. Расчет изоляции звука однородными ограждающими конструкциями / Трета национална конференция за борба с шума. Доклади. Варна: 27 – 29 октомври 1973. София, 1973. – 316 с.
- [8] Захаров А. В. Дискретные модели прохождения волн при расчетах звукоизоляции в зданиях // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 11. С. 50 – 54.
- [9] СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий. Госстрой России. М., 2004. – 34 с.
- [10] Fasold W., Sontag E. Bauphysikalische Entwurfslehre 4- Bauakustik; Verlagsgesellschaft rudolf muller, 1972.

Р.Х. Пирматов, А.В. Захаров. Массив қатлам ёки муҳит чегарасида товуш ўтишини тушири бурчагига боғлиқлиги

Мақолада товуш нурларини тушаётган ва синиқ тўлқинларда кўндаланг кесимини синиши ва тушири бурчагига нисбатан қия ўтаётган товушни пластина ва муҳит чегарасидан товуш ўтиши масаласи кўриб чиқилган. Товуш ўтишини физикавий модели таклиф этилган. Модель кинетик энергия ва ҳаракат миқдорининг сақланиш қонунларидан фойдаланишга асосланган. Тақдим этилган моделлар бўйича ҳисоб натижалари амалиётда яхши тасдиқланган.

R.H. Pirmatov, A.B. Zakharov. On the dependence of the sound transmission from the angle of incidence onto the border of the media or the massive layer

The paper deals with the problem of sound transmission through media and plate boundaries with oblique sound transmission depending on the angles of incidence and refraction of the cross sections of sound rays in incident and refracted waves. A physical model of sound transmission is proposed. The model is based on the use of the laws of conservation of momentum and kinetic energy. The results of calculations based on the proposed model are well supported by practice.

УДК 539.3

Т.Р. РАШИДОВ, Б. МАРДОНОВ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОПЕРЕЧНОЙ ИНЕРЦИИ СЕЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ СТАЦИОНАРНЫХ ВОЛН В ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Одномерные задачи волнового взаимодействия подземных трубопроводов с грунтовой средой рассмотрены в работах [1 – 2], где трубопровод представлен полым круговым цилиндром и использована стержневая теория, не учитывающая инерции радиальной деформации сечения. Учет этого фактора, основанного на теории Релея [3], позволяет изучить типы деформации, которые преобладают при различной длине волны, и оценить роль радиальной инерции в дисперсионном уравнении, характеризующем формирование волн различной длины вдоль стержня. В статье изучаются волновые процессы вдоль бесконечного трубопровода, уложенного в грунтовой среде, обтекаемого распространяющейся в ней продольной волной, фронт которой перпендикулярен к оси трубопровода. Уравнение движения подземного трубопровода, взаимодействующего с грунтовой средой, моделируемой упругой средой [2], с учетом поправки на поперечную инерцию по Релею [3], запишем в виде

$$\mp \alpha^2 U^{IV} + U'' \pm p^2 U = \pm p^2 w_0(Z). \quad (1)$$

$$\text{Здесь } \alpha^2 = v_0^2 \frac{M^2 k_0^2}{|1 - M^2|}, \quad p = p_0 \beta, \quad p_0 = \sqrt{\frac{M^2 (1 - 2\nu) \rho}{\rho_0 |1 - M^2| (1 - \nu) (a^2 - b^2)}}, \quad \beta = \sqrt{\frac{ka}{\mu + ka \ln(R/a)}},$$

$$M = \frac{c_1}{c'_0}, \quad c'_0 = \sqrt{\frac{E'}{\rho_0}}, \quad c_1 = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}},$$

где $U=U(Z)$ – осевое перемещение трубопровода; $Z=c_1 t - z$; t – время; Oz – ось, направленная вдоль оси трубопровода; z – координата произвольного его сечения; E' , ρ_0 , ν – модуль Юнга, плотность и коэффициент Пуассона материала трубопровода; k_0 , R – радиус поперечного сечения и глубина залегания трубопровода; λ , μ – коэффициенты Ламе и Пуассона; ρ – плотность грунтовой среды; k – коэффициент продольного сдвига на поверхности контакта трубопровода с грунтовой средой; a , b – внешний и внутренний радиусы трубопровода. Верхние и нижние знаки в уравнении (1) соответственно берутся при $M > 1$ и $M < 1$. Пусть перемещение частиц грунтовой среды за фронтом сейсмической волны зависит от переменной Z по синусоидальному закону

$$w_0 = A_0 \sin \omega_1 Z \quad \text{при } Z > 0, \quad w_0 = 0 \quad \text{при } Z < 0.$$

Рассмотрим случай $M > 1$.

Общее решение уравнения (1) имеет вид

$$U = A_1 \exp(\lambda_1 Z) + A_2 \exp(-\lambda_1 Z) + A_3 \cos \omega_1 Z + A_4 \sin \omega_1 Z + A_0 \frac{p_1^2}{\Delta_1} \sin \omega_0 Z, \quad (2)$$

$$\text{где } \lambda_1 = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{1 + 4\alpha_1^2 p_1^2}}{2\alpha_1^2}}, \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{\sqrt{4\alpha_1^2 p_1^2 + 1} - 1}{2\alpha_1^2}}, \quad \alpha_1^2 = v_0^2 \frac{M^2 k_0^2}{M^2 - 1}, \quad p_1 = p_{01} \beta,$$

$$p_{01} = \sqrt{\frac{M^2(1-2\nu)\rho}{\rho_0(M^2-1)(1-\nu)(a^2-b^2)}} \quad \Delta_1 = p_1^2 - \omega_0^2 - \alpha_1^2 \omega_0^4.$$

Постоянные A_i определяются из условия ограниченности функции $U(Z)$ при $Z \rightarrow \infty$, а также из следующих условий на фронте

$$U = U' = U'' = 0 \quad \text{при } Z = 0,$$

которые дают

$$A_1 = 0, \quad A_2 = 0, \quad A_4 = 0, \quad A_3 = -\frac{A_0 \omega_0 p_1^2}{\omega_1 \Delta_1}.$$

Таким образом, имеем

$$U = \frac{A_0 p_1^2}{\Delta_1} \left[\sin \omega_0 Z - \frac{\omega_0}{\omega_1} \sin \omega_1 Z \right]. \quad (3)$$

При $\alpha = 0$ получаем $\omega_1 = p_1$, $\Delta_1 = p_1^2 - \omega_0^2$, тогда выражение (3) совпадает с решением, полученным в работе [2].

В случае $M < 1$ рассмотрим два участка трубопровода $0 < Z < \infty$ и $-\infty < Z < 0$, где решение уравнения (1) принимается соответственно через $U_1(Z)$ и $U_2(Z)$. С учетом ограниченности функции $U_1(Z)$ при $Z \rightarrow \infty$ и обращения в нуль функции $U_2(Z)$ при $Z \rightarrow -\infty$ для каждого участка решение уравнения (1) представим в виде

$$U_1 = A_1 \exp(-\omega_2 Z) + A_2 \cos \lambda_2 Z + A_3 \sin \lambda_2 Z - \frac{A_0 p_2^2}{\Delta_2} \sin \omega_0 Z, \quad U_2 = B \exp(\omega_2 Z),$$

$$\text{где } \lambda_2 = \sqrt{\frac{1 + \sqrt{1 + 4\alpha_2^2 p_2^2}}{2\alpha_2^2}}, \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{\sqrt{4\alpha_2^2 p_2^2 + 1} - 1}{2\alpha_2^2}}, \quad \alpha_2^2 = v_0^2 \frac{M^2 k_0^2}{1 - M^2}, \quad p_2 = p_{02} \beta,$$

$$p_{02} = \sqrt{\frac{M^2(1-2\nu)\rho}{\rho_0(1-M^2)(1-\nu)(a^2-b^2)}}.$$

Здесь коэффициенты определяются из условий непрерывности

$$U_1 = U_2, \quad U_1' = U_2', \quad U_1'' = U_2'', \quad U_1''' = U_2''' \quad \text{при } Z = 0.$$

Из этих условий находим

$$A_1 = B = \frac{A_0 p_2^2 \omega_0 (\omega_0^2 - \lambda_2^2)}{2\Delta_2 \omega_2 (\omega_2^2 + \lambda_2^2)}, \quad A_2 = 0, \quad A_3 = \frac{2\omega_2}{\lambda_2} A_1 - \frac{A_0 p_2^2}{\Delta_2} \frac{\omega_0}{\lambda_2}, \quad \Delta_2 = \alpha_2^2 \omega_0^4 - \omega_0^2 - p_2^2.$$

При $\alpha \rightarrow 0$ имеем $\lambda_2 \rightarrow \infty$, $\omega_2 \rightarrow p_2$. При этом постоянные A_1 и A_3 принимают предельные значения: $A_1 = \frac{A_0 p_2 \omega_0}{2(p_2^2 + \omega_0^2)}$, $A_3 = 0$.

Для перемещений U_1 и U_2 получаем выражения

$$U_1 = \frac{A_0 p_2}{p_2^2 + \omega_0^2} \left[p_2 \sin \omega_0 Z + \frac{\omega_0}{2} \exp(-p_2 Z) \right], \quad U_2 = \frac{A_0 p_2 \omega_0}{2(p_2^2 + \omega_0^2)} \exp(p_2 Z),$$

которые совпадают с формулами, полученными в работе [2].

На рис. 1 представлены графические зависимости изменения напряжения $\sigma = -S/A_0 \omega_0 E_0$ по длине трубопровода для двух значений числа $M > 1$. Видно, что основное влияние числа M происходит при малых значениях параметра $\gamma = ka/\mu$ (что может соответствовать малым значениям коэффициента k_0 или высоким значениям модуля сдвига грунта μ). При этом влияние инерция поперечного сечения трубопровода также наблюдается при малых значениях параметра γ .

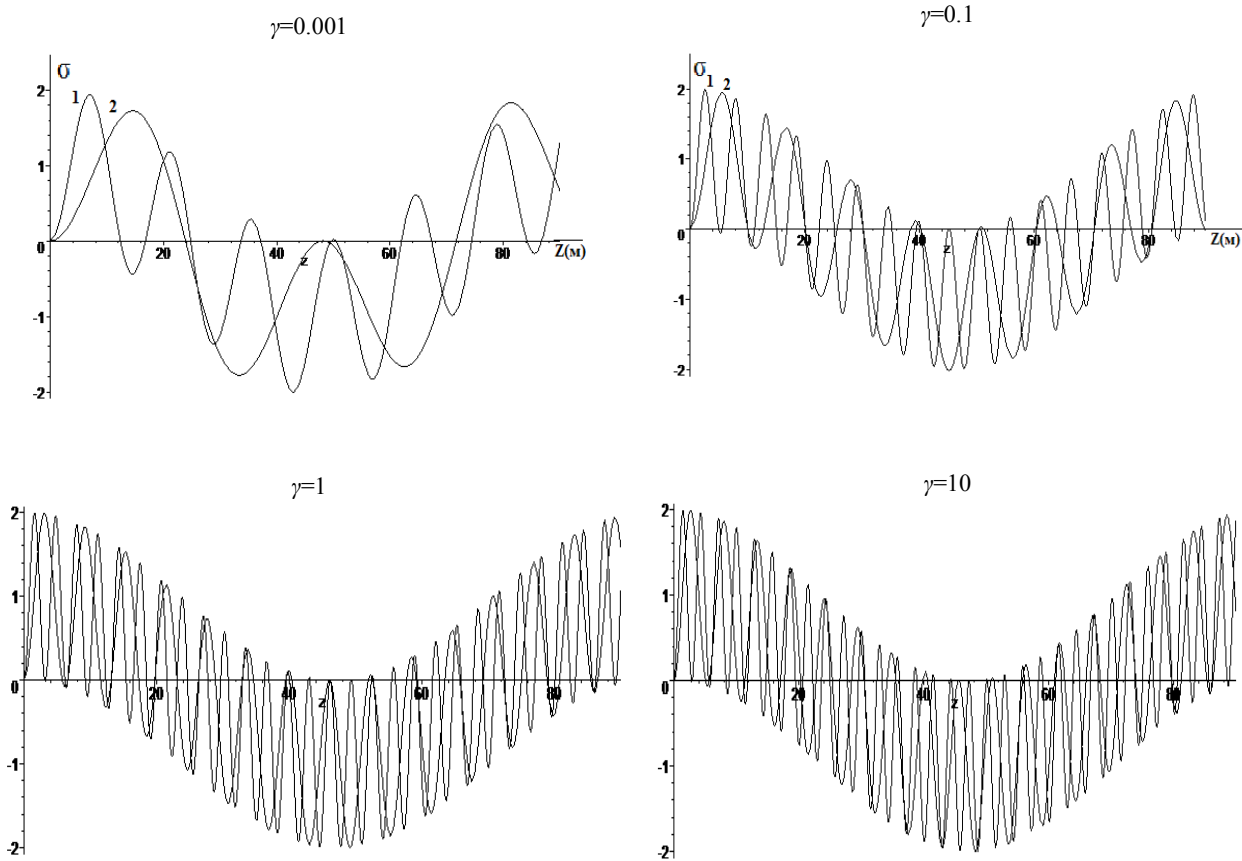


Рис. 1. Графики изменений напряжения $\sigma = -S/A_0 \omega_0 E_0$ по длине трубопровода для различных значений безразмерного параметра $\gamma = ka/\mu$ и для двух значений числа M : 1 – $M=1.05$; 2 – $M=3$

На рис. 2 представлены результаты расчетов в случае $M < 1$. Видно, что на распределение напряжения по длине трубопровода существенное влияние оказывает коэффициент жесткости при сдвиге на контактной поверхности. При малых значениях параметра γ влияние числа на напряжение сечений трубопровода практически отсутствует. С ростом значения этого коэффициента кривых распределения напряжений дополнительно появляются периодические составляющие амплитуды, которые увеличиваются с ростом параметра γ .

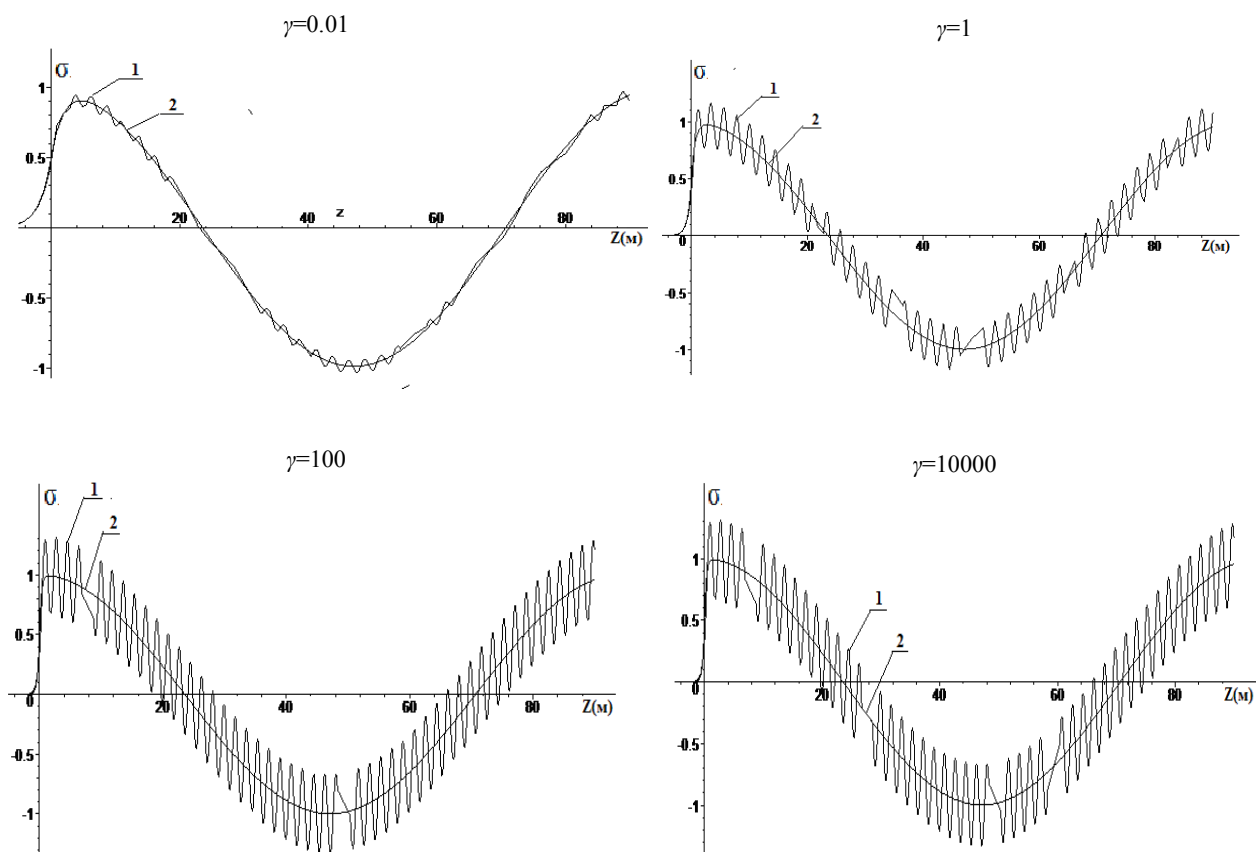


Рис. 2. Графики изменений напряжения $\sigma = -S/A_0\omega_0 E'_0$ по длине трубопровода для различных значений безразмерного параметра $\gamma = ka/\mu$ для трубопровода с учетом (кривые 1) и без учета (кривые 2) поперечной инерции сечения при $M=0.95$

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ибраилов М.Ш. Сейсמודинамика подземных трубопроводов // Проблемы механики. Ташкент, 2012. № 3. С. 18 – 34.
- [2] Рашидов Т.Р., Ибраилов М.Ш., Мардонов Б. Исследование установившихся волновых процессов в системе « грунт – трубопровод » при различных законах взаимодействия трубопровода с грунтом // Проблемы механики. Ташкент, 2013. № 3 – 4. С. 36 – 40.
- [3] Голсмит В., Ли П.Дж., Сакман Дж.Л. Распространение волн в рамках круговых труб // Труды американского общества инженеров- механиков. М.: Издательство «Мир», 1972. № 4. С. 155 – 163.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
им. М.Т. Уразбаева АН РУз

Дата поступления
14.03.2018

Т.Р. Рашидов, Б. Мардонов. Кўндаланг кесим юза инерция моментининг ер ости қувурлар бўйлаб тарқалаётган стационар тўлқинлар параметрларига таъсирини баҳолаш

Мақолада грунт билан ўзаро таъсирда бўлган қувурларнинг ўқи бўйлаб тарқалаётган стационар бўйлама тўлқин таъсиридаги динамик масаласи қувур кўндаланг кесим юзасининг инерция моментини эътиборга олган ҳолда ечилган.

T.R. Rashidov, B. Mardonov. Evolution of influence on the cross inertly setting applies to stationary waves in underground pipelines

The paper obtained the solution of the problem of stationary wave action on the underground line, taking into account the inertia of the pipeline cross-section.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТИТЕЛЯ ОН-6-3М ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ ХЛОПКОЗАВОДОВ

В мировой практике особое внимание уделяется повышению выхода волокна из перерабатываемого хлопка-сырца. В процессе переработки хлопка-сырца по технологическим переходам хлопкозаводов происходит выделение пороков и сорных примесей в отходы с одновременной потерей волокнистой части, достигающей до 60% от общей массы отходов. Почти 90% потерь волокнистой массы происходит при джинировании и волокноочистке, где чем больше влажность, тем больше потери. Для уменьшения потерь волокна в работах [1 – 3] была установлена возможность возврата регенерированного волокна в основной поток хлопка-сырца. Хлопкозаводы с целью снижения потерь волокна с отходами и повышения выхода волокна производят смешивание регенерированного волокна с основным потоком хлопка-сырца перед джинированием или с волокном непосредственно перед конденсором. Как показала практика применения этой технологии на хлопкозаводах, возврат регенерированного волокна в основной поток хлопка-сырца из-за их повышенной засоренности значительно снижает качество волокна и соответственно ухудшает технико-экономические показатели предприятия [3].

В настоящее время по действующему технологическому регламенту [4] волокнистые отходы очищаются на очистителях марки ОВМ-А-II и после пакетирования реализуются как улюкосодержащая продукция хлопкозавода. Эта машина имеет существенный недостаток, заключающийся в недостаточном очистительном эффекте (до 60 %) и закручивании (закручивание) волокнистой массы в процессе очистки, что снижает качество продукции.

Анализ ранее проведенных исследований [5 – 8] показал, что в настоящее время проблема регенерации и очистки отходов волокноочистки не решена до конца и потери волокна значительны. Основной проблемой здесь является снижение засоренности регенерированного волокна до требований стандарта. Согласно О'zDSt 604:2016 «Волокно хлопковое», максимально допустимое значение массовой доли пороков и сорных примесей первого и пятого сортов волокна, класс «сорный» составляет соответственно от 5.5 до 16.0 %.

Для получения стандартного волокна из волокнистых отходов необходимо очистить их до засоренности 5.5 и 16.0 % в зависимости от сорта волокна.

Исходя из этих требований, нами было проведено экспериментальное исследование по изысканию возможности снижения засоренности волокнистых отходов до требуемых норм с применением волокноочистителей.

В текстильной промышленности при рыхлении и очистке волокнистых материалов применяются машины и агрегаты, выделяющие сорные примеси умеренным воздействием ножевых и колковых барабанов, протаскивая волокнистую массу по колосниковой решетке.

Одной из таких машин является очиститель волокнистых материалов марки ОН-6-3М.

Выбор очистителя ОН-6-3М для проведения экспериментальных исследований по очистке улюкосодержащих отходов обусловлен простотой его конструкции и относительно высоким очистительным эффектом.

Схема очистителя ОН-6-3М представлена на рисунке.

Процесс очистки волокнистых отходов на этой машине осуществляется следующим образом.

Волокнистые отходы через конденсор 1 поступают в шахту 2, где с помощью питающих валиков 3 подаются на приемный рыхлительный барабан 4.

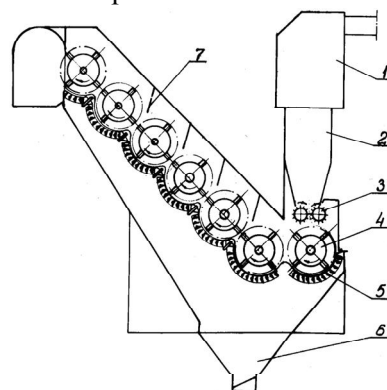


Рис. 1. Схема очистителя марки ОН-6-3М:
1 – конденсор; 2 – шахта; 3 – питающие валики;
4 – ножевой барабан; 5 – колосниковая решетка;
6 – соросборник; 7 – отбойные козырьки

Приемным барабаном от холста отрываются небольшие клочки волокнистой массы и направляются к колосниковой решетке 5, где протрепываются, очищаются от сорных примесей и передаются на последующие рыхлительные барабаны, которые продолжают процесс очистки. Отбойные козырьки 7 содействуют полной передаче волокнистой массы с одного барабана на другой. Выделенные сорные примеси выпадают в соросборник 6.

Основными факторами, влияющими на очистительный эффект очистителя, являются частота вращения ножевого барабана и производительность по волокнистым отходам. В связи с этим было изучено их влияние на очистительный эффект волокноочистителя ОН-6-3М.

Эксперименты проводились на макете очистителя шириной 350 мм в лабораторном корпусе АО «Paxtatozalash ilmiy markaz» в трех повторностях, каждая продолжительностью 10 – 12 мин, при частоте вращения барабанов 500; 600 и 700 мин⁻¹, с переработкой волокнистых отходов волокноочистителей.

Влияние значения частоты вращения барабанов изучалось при производительности 400; 500 и 600 кг отходов в час.

В процессе проведения опытов отбирались образцы из волокнистых отходов волокноочистителей до и после очистки для определения содержания массовой доли пороков и сорных примесей, длины волокна.

Качественные показатели хлопка-сырца исходного и после очистки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Качественные показатели хлопка-сырца селекционного сорта Наманган - 77

Сорт	Класс	Место отбора образцов	Влажность, %	Засоренность, %	Заулюченность, %	Механическая поврежденность семян, %
II	II	Исходный	8.8	10.1	0.64	1.8
		После очистки	8.5	0.96	0.48	2.6

Результаты, полученные в процессе проведения экспериментальных исследований, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние производительности и частоты вращения рыхлительных барабанов очистителя ОН-6-3М на качество получаемого волокна при очистке отходов прямоточного волокноочистителя из хлопка-сырца Наманган – 77 второго сорта второго класса

Вид сырья и продукции	Частота вращения барабанов, мин ⁻¹	Производительность, кг/ч	Массовая доля пороков и сорных примесей, всего, %	В том числе, %						Штапельная масса, мм	Очистительный эффект, %
				крупный сор	мелкий сор	улюк	битые семена	кожица с волокном	прочие		
Отходы волокноочистителя			77.38	15.8	44.37	6.30	6.74	3.85	0.32	29.9	
Волокно после ОН-6-3М	500	400	28.30	9.05	8.21	3.09	3.53	3.91	0.51	29.9	63.4
		500	29.39	10.07	8.15	3.59	2.76	4.37	0.45	29.6	62.0
		600	31.24	9.31	9.19	3.58	4.69	3.92	0.55	29	59.6
Отходы волокноочистителя			86.9	19.10	49.23	6.30	7.00	4.77	0.50	30.0	
Волокно после ОН-6-3М	600	400	25.05	9.64	6.23	2.57	3.08	3.15	0.38	30.6	71.2
		500	27.32	8.41	8.17	2.57	3.09	4.63	0.45	30.5	68.6
		600	27.54	8.87	8.75	2.64	2.96	3.8	0.52	30.4	68.3
Отходы волокноочистителя			69.61	14.93	36.78	6.32	5.38	6.00	0.20	29.2	
Волокно после ОН-6-3М	700	400	25.02	6.08	5.76	2.50	4.16	6.01	0.51	29.6	64.1
		500	24.36	6.66	5.70	3.66	3.15	4.68	0.51	29.5	65.0
		600	27.01	8.58	7.49	2.81	2.24	5.57	0.32	29.4	61.2

Анализ качества волокна, полученного после очистки на ОН-6-3М отходов волокноочистителей из хлопка-сырца второго сорта, второго класса (см. табл. 2), показывает, что с увеличением частоты вращения рыхлительных барабанов с 500 до 600 мин⁻¹, при постоянной производительности, очистительный эффект повышается с 59.6 – 63.4% до 68.3 – 71.2%, т.е. на 7.8 – 8.7%. При частоте вращения рыхлительных барабанов 700 мин⁻¹ содержание массовой доли пороков и сорных примесей в отходах на 17.29% меньше, чем при варианте с частотой вращения 600 мин⁻¹.

С ростом производительности очистителя ОН-6-3М с 400 до 600 кг отходов в час при одной и той же частоте вращения рыхлительных барабанов наблюдается тенденция к повышению содержания массовой доли пороков и сорных примесей в волокне. Так, при частоте вращения рыхлительных барабанов 600 мин⁻¹ с увеличением производительности машины с 400 до 600 кг отходов в час содержание пороков и сорных примесей в волокне повышается с 25.05 до 27.54 %.

Штапельная массодлина волокна, полученного из волокнистых отходов, колеблется от 29.0 до 30.6 мм, что больше, чем значение 28.2 мм (минимально допустимая штапельная массодлина волокна по требованиям стандарта).

Анализ фракционного состава волокнистых отходов волокноочистителя (в первом варианте табл. 2) показал, что доля засоренности самая высокая и колеблется от 74.2 до 78.6 % (крупный – от 20.4 до 21.9 %, мелкий – от 52.8 до 57.4 %), улюк – от 7.2 до 9.1 %, остальные технологические пороки – от 14.1 до 16.7 %. Из табл. 2 видно, что крупный и мелкий сор, особенно пороки, очищается недостаточно и его доля в выделенном из отходов волокне высока.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что при очистке волокнистых отходов на очистителе ОН-6-3М с увеличением частоты вращения рыхлительных барабанов при одной и той же производительности очистительный эффект повышается в зависимости от сорта исходного продукта с 60.4 до 70.6 %, а с ростом производительности машины – с 400 до 600 кг отходов в час наблюдается тенденция к снижению очистительного эффекта и повышению содержания пороков и сорных примесей в волокне. Содержание пороков и сорных примесей в волокне во всех вариантах выше допустимой нормы стандарта (16%) и колеблется от 24.36 до 31.34 %.

Следует также отметить, что при очистке улюкосодержащих отходов на очистителях в лучшем случае можно получить регенерированное волокно по стандарту O'z DSt 604:2016 «Волокно хлопковое. Технические условия», что требует дополнительной очистки.

Таким образом, очиститель волокнистых материалов ОН-6-3М не позволяет получить из волокнистых отходов волокноочистителей волокно, соответствующее по качеству нормам стандарта OzDst 604:2001 «Волокно хлопковое. Технические условия». Необходимо продолжить исследование по созданию более совершенных машин для переработки волокнистых отходов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Отчет о НИР по теме: «Создание агрегата для очистки волокнистых отходов и регенерации волокна». Ташкент, 1986. С. 37 – 38.
- [2] Отчет о НИР по теме: «Прядильно-технологическая оценка хлопкового волокна с добавлением в него регенерированного волокна». М., 1977. С. 37 – 35.
- [3] Са б и р о в К. Толали чикиндиларни пахтага кўшиб ишланганда толанинг сифат кўрсаткичларига ва чиқишига таъсири // Тўқимачилик муаммолари. 2006. № 2. Б. 94 – 96.
- [4] ПДИ 70-2017. Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси. Ташкент: “Ўзпахтасаноатэкспорт” холдинг компанияси, “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ, 2017. Б. 46 – 47.
- [5] К о т о в Ю. С., А с а н о в а Б. Б. Снижение потерь волокна на хлопкозаводах // Хлопковая промышленность. 1986. № 6. С. 16 – 18.
- [6] Са б и р о в И. К., Кушаков Б. Я., Бекчанов Х. Б. Новая технология очистки волокнистых отходов волокноочистителей при переработке хлопка-сырца средневолокнистых сортов на хлопкозаводах // Технология текстильной промышленности. 2003. № 1 (3/3). С. 31 – 40.
- [7] Регенератор для сокращения угаров переработки. U.S. Depof Agric Mangialargi G. J., Cocke J. B. 1979.
- [8] Terri M. Von Hoven, Joseph G. Montalvo Jr., Richard K. Byler Preliminary. Assessment of Lint Cotton Water Content in Gin-Drying Temperature Studies // The Journal of Cotton Science. 2012. №16. P. 282 – 292.

И.Қ. Собиров. Толали материалларни тозалагич ОН-6-3М ускунасини пахта тозалаш корхоналари толали чиқиндиларини тозалашида тадқиқоти

Мақолада тола тозалагичлардан чиққан толали чиқиндиларни ОН-6-3М ускунасида тозалаш натижалари берилган. Тола тозалагичнинг иш унуми ва титувчи барабанларининг айланиш сонини тозалаш самардорлиги ва толадаги нуқсон ва ифлос аралашмалар миқдорига таъсири таҳлил қилинган.

I.Q. Sobirov. Researching OH-6-3M purifier for cleaning fibrous wastes of cotton growing plants

The article presents the results of cleaning at OH-6-3M of fibrous waste of fiber purifier. The effect of the productivity and rotational speed loosening drums of the machine OH-6-3M on the cleaning effect, the mass fraction of the defects and the impurity in the fiber is analyzed.

УДК 687.016.02

З.А. СОБИРОВА, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, И.В. ЧЕРУНОВА

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ЦЕЛЬНОФОРМОВАННЫХ ОБЪЕМНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕХОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Стабильность размеров и формы деталей одежды при изготовлении и эксплуатации в значительной степени зависит от релаксационных и деформационных свойств материалов, которые существенно влияют на качество швейных изделий.

Основные операции процесса изготовления цельноформованных деталей одежды по ресурсосберегающей технологии, представляющих пространственные оболочки, предусматривают различные механические воздействия на них (сжатие, растяжение, формообразование, изгиб, деформирование и др.), которые осуществляются в условиях повышенных температур, влажности и давления (процесс ВТО, формования, дублирования и т.д.) [1 – 3].

Прогнозирование и оценка формоустойчивости цельноформованных деталей из различных материалов в процессе изготовления швейных изделий взаимосвязаны и определяются составом волокон, видом и структурой самих материалов, плотностью, жесткостью, рельефной поверхностью, а также геометрическими параметрами исходных формозадающих поверхностей, применяемых методов формообразования и фиксации заданной формы, в том числе и расположением нанесенной полимерной композиции в пакете [4 – 6].

Величину релаксации Δf исследуемых пакетов деталей одежды определяли путём измерения стрелы прогиба сегмента образцов после приложения нагрузки, представленных в виде объемных оболочек из меха. Измерения проводили в течение 24 ч. Варианты образцов пакетов первоначально проектировали под разными углами расположением нанесенной полимерной композиции в пакете относительно номинальной оси полуфабриката детали (от 0^0 до 180^0 с шагом изменчивости 15^0).

Из всех рассмотренных вариантов для дальнейшей работы были выбраны пять: с углами $\alpha=0^0, 30^0, 45^0, 60^0$ и 90^0 к номинальной оси. Результаты исследований по этим образцам позволяют оценить характер изменения величины релаксации деформации объемных оболочек по всему диапазону теоретически рассмотренных вариантов. Для формования образцов были изготовлены объемные деревянные шаблоны с выпуклой формой контура сегмента. Рабочая стрела прогиба f сегмента принята равной минимальному значению 5, максимальному значению 9 см, шаг при этом составлял 1 см.

Изготовление образцов осуществляли в следующей последовательности: на меховой полуфабрикат напыляли и потом наносили полимерную композицию, затем обработанный полимерной композицией полуфабрикат, деформируя, натягивали на сегмент образца, края закрепляли кольцом и оставляли на время для сушки. После сушки образец снимали с сегмента образца и проводили необходимые замеры стрелы прогиба f с точностью до 1 мм. Опыты повторялись по 5 раз для каждого варианта.

Коэффициент формоустойчивости образцов K_ϕ вычисляли по формуле (%)

$$K_\phi = (f_\phi / f_o) 100,$$

где f_ϕ – фактическое значение стрелы прогиба сегмента образца после снятия нагрузки и отлёжки в нормальных условиях в течение 24 ч, мм; f_o – начальное значение стрелы прогиба сегмента образца, мм.

Относительная величина релаксации формы образцов при различном варианте нанесения полимерной композиции в пакете и значениях стрелы прогиба f_i сегмента шаблона приведены в таблице.

Релаксация деформации объемных оболочек в зависимости от величины стрелы прогиба сегмента и различного варианта нанесения полимерной композиции в пакете

Стрела прогиба сегмента f_i , мм	Угол нанесения полимерной композиции в пакете α , град.	Величина релаксации	
		$\Delta f_i = f_o - f_i$, мм	$\Sigma = \frac{\Delta f_i}{f_i} \cdot 100$, %
50	0	9	18.0
	30	6	12.0
	45	4	8.0
	60	7	14.0
	90	9	18.0
	Среднее	7	14.0
60	0	9	15.0
	30	7	11.7
	45	5	8.3
	60	8	13.3
	90	9	15.0
	Среднее	7.6	12.7
70	0	9	12.8
	30	7	10.0
	45	5	7.1
	60	7	10.0
	90	10	14.3
	Среднее	7.6	10.8
80	0	9	11.2
	30	8	10.0
	45	6	7.5
	60	7	8.7
	90	9	11.2
	Среднее	7.8	9.75
90	0	10	11.1
	30	7	7.8
	45	6	6.7
	60	8	8.9
	90	9	10.0
	Среднее	8	8.9

Как установлено, наименьшая релаксация образцов при различном варианте нанесения полимерной композиции в пакете соответствует третьему варианту (нанесение полимерной композиции под углом $\alpha=45^\circ$ к номинальной оси полуфабриката). Эту картину можно проследить и для образцов с различной f_i , где величина релаксации увеличивается с возрастанием значения стрелы прогиба. Зная величину f_1 (начальную или заданную), радиус кривизны R_1 шаблона в исследуемой точке (рисунок), можно определить значение релаксация заданной формы с преобразованием уравнений Пифагора [7], определяющих высоту сегмента сектора:

$$h = R - \sqrt{R^2 - (a^2/4)},$$

где a – хорда сегмента; R – радиус кривизны сегмента.

Для установления и прогнозирования величины релаксации формы объемных оболочек разработана методика расчёта Δf_i для заданного криволинейного контура сегмента, определяемого

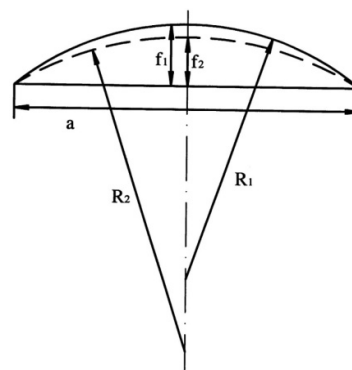


Схема измерения стрелы прогиба f_i и радиуса кривизны R_i кривой линии объемной оболочки сегмента

стрелой прогиба f_1 и радиусом кривизны в исследуемой точке контура шаблона R_1 . Предположим, что достижение необходимой формоустойчивости объемной оболочки может быть обеспечено при величине релаксации деформации Δf_i , составляющей 5 – 10 % от стрелы прогиба заданного сегмента f_1 , тогда стрела прогиба сегмента после релаксации f_2 может быть определена следующим образом:

$$f_2 = 0.90 - 0.95 f_1. \quad (1)$$

Для определения радиуса кривизны контура шаблона в исследуемой точке после релаксации необходимо решить систему уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} (R_1 - f_1)^2 + \frac{a^2}{4} = R_1^2 \\ (R_2 - f_2)^2 + \frac{a^2}{4} = R_2^2 \end{array} \right\}. \quad (2)$$

Отсюда

$$f_1^2 - f_2^2 = 2R_1 f_1 - 2R_2 f_2. \quad (3)$$

Таким образом, с учётом условия (1) получаем формулу для расчёта кривизны R_2 контура объемной оболочки после релаксации, проектируемой с заданной стрелой прогиба f_1 :

$$R_2 \in \left[\frac{2R_1 - 0.28f_1}{1.7}; \frac{2R_1 - 0.19f_1}{1.8} \right]. \quad (4)$$

Предложенная методика позволяет прогнозировать и определять релаксацию формы объемных оболочек при изготовлении цельноформованных деталей полуфабрикатов одежды.

На основе экспериментальных исследований установлено ($P < 0.05$), что образцы, изготовленные по третьему варианту с нанесением полимерной композиции в пакете под углами 45° относительно номинальной оси полуфабриката детали, обладают повышенной формоустойчивостью. Достоверность результатов проведенной проверки дает основание для выбора наиболее рационального варианта пакета в целях качественного изготовления цельноформованных деталей головного убора из натурального меха.

Таким образом, полученные результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о достаточной стабильности формы образцов объемных оболочек, изготовленных по третьему варианту формирования пакета. Для обеспечения заданной формы кривой линии сегмента объемной оболочки при проектировании формозадающих поверхностей целесообразно увеличить стрелу прогиба сегмента на величину релаксации, рассчитанную по уравнению (4). Для получения стабильной формы цельноформованных деталей одежды, кроме увеличения стрелы прогиба формозадающих поверхностей на величину релаксации, целесообразно обеспечить нанесение полимерной композиции на полуфабрикат детали под 45° относительно номинальной оси детали полуфабриката.

Известно [2, 8], что для изучения формоустойчивости деталей швейных изделий, в данном случае головных уборов, от воздействия систем внешних сил и механизма составной деформации (изменение формы) может быть достаточно будет исследований физико-механических и технологических свойств пакета с полимерной композицией, состоящих из нескольких химических компонентов.

Целью экспериментальных исследований было определение рационального пакета для изготовления деталей одежды повышенной формоустойчивости с учетом деформационных свойств материала. Сложность оценки и прогнозирования формоустойчивости деталей из деформирующих материалов в процессе изготовления швейных изделий связана с тем, что они определяются не только составом волокон, видом и структурой самих материалов, имеющих неоднородность деформационных свойств сырья по разным направлениям, но также конструктивным составляющим пакетом, схемой нанесения армирующих веществ и их плотностей в пакете [9 – 14].

Величину релаксации исследуемых пакетов деталей одежды определяли путем измерения стрелы прогиба сегмента образцов после получения объемной формы. Измерения проводили в течение 24 ч. Варианты образцов пакетов формировали путем нанесения армирующей полосы из

полимерной композиции под разными углами относительно долевой оси детали (от 0^0 до 180^0 с шагом изменчивости 15^0). Из всех рассмотренных вариантов для дальнейшей работы были выбраны пять: с углами 0^0 , 30^0 , 45^0 , 60^0 и 90^0 к долевой оси детали. Результаты исследований по этим образцам позволяют оценить характером динамики релаксации деформации образцов деталей по всему диапазону теоретически рассмотренных вариантов.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что образцы, изготовленные по третьему (45^0) варианту, обладают повышенной формоустойчивостью. Полученные результаты позволяют сделать вывод о достаточной стабильности формы образцов оболочек третьего варианта. Для обеспечения заданной формы оболочек при проектировании задающих конфигурацию сегмента заданной формы рабочих органов оборудования целесообразно увеличить на величину релаксации. Для получения стабильной объемной формы сегмента головного убора, дополнительно к увеличению стрелы прогиба сегмента рабочих органов на величину релаксации, целесообразно армирующую полосу полимерной композиции наносить на полуфабрикат детали таким образом, чтобы они располагались под углом 45^0 к номинальной оси полуфабриката детали.

Из анализа полученных данных выявлено, что относительные изменения стрелы прогиба находятся в пределах 8 – 12 % в зависимости от величины стрелы сегмента и нанесения полимерной композиции в пакете и описываются уравнением регрессии:

$$Y = 61.4 + 2.79x_1 + 1.116x_2 + 1.8x_3 - 0.7x_1x_2 + 0.43x_1x_3 - 0.14x_2x_3 - 1.61x_1x_2x_3.$$

Далее проведена проверка достоверности результатов, полученных при испытаниях различных вариантов пакетов деталей. Для исследований физико-механических свойств были выбраны пять различных вариантов формирования пакетов. Проведено десять серий испытаний.

Цель экспериментов – показать преимущество одних вариантов пакетов над другими. Для проведения экспериментов необходимо было ограничить возможное число испытаний при обеспечении достаточной достоверности различия экспериментов (при заданном уровне значимости).

Прежде всего, нужно было убедиться в том, что результаты опытов между различными вариантами образцов пакетов значительно различаются. С учётом малого числа экспериментов и естественной ошибки в наблюдениях была проверена статистическая неоднородность массивов наблюдений. Для этого рассмотрим каждую серию экспериментов как выборку из генеральной совокупности. Пусть объём R выборки $n_1, n_2, \dots, n_R$, частные средние по ним $Y_1, Y_2, \dots, Y_R$ и выборочные дисперсии $S_1^2, S_2^2, \dots, S_R^2$. При условии независимости выборок и их принадлежности к единой нормально распределённой совокупности для любых других выборок i и j

$$B \in P \left\{ \left| \ddot{Y}_i - \ddot{Y}_j \right| \leq t_{ij} \sqrt{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j}} \right\} = 2\Phi(t_{ij}), \quad (5)$$

где $\Phi(t_{ij})$ – интегральная функция Лапласа.

Вычисляем

$$t_{ij} = \frac{\left| \ddot{Y}_i - \ddot{Y}_j \right|}{\sqrt{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j}}}, \quad (6)$$

$i, j = 1, 2, \dots, R, \quad i \neq j.$

Значения t_{ij} сравнивались с табличными значениями однородности t_α , где $2\Phi(e_\alpha) = 1 - \alpha$ – доверительная вероятность.

Если минимальный объём выборки n_i меньше 30, то используем S – распределение и сравним t_{ij} с $t_\alpha(h-1)$ по таблице распределения Стьюдента.

Если генеральная совокупность однородна, то в $(1-\alpha)$ 100% выборок будет иметь место

$$t_{ij} < t_\alpha, \quad (7)$$

а для выборок $\alpha \cdot 100$

$$t_{ij} \geq t_\alpha. \quad (8)$$

Если расчётное значение критерия t_{ij} удовлетворяет условию (7), то при уровне значимости α гипотеза однородности принимается. Если же t_{ij} удовлетворяет условию (8), то гипотеза при уровне значимости α отвергается.

При анализе правильности выдвинутой гипотезы могут быть ошибки первого и второго рода. К ошибкам первого рода относятся такие, при которых выдвинутая гипотеза верна, но её забраковали, т.е. критерий попал в критическую область. Вероятность этой ошибки равна α .

К ошибкам второго рода относятся такие, при которых принимается неверная гипотеза. Вероятность этой ошибки $1 - \alpha$, т.е., чем меньше вероятность первого рода, тем больше вероятность ошибки второго рода.

В проведённых экспериментах выдвигается гипотеза различия, неоднородности результатов, поэтому, чтобы избежать ошибок первого рода, принимаем $\alpha = 0.05$, т.е. 5 %-ный уровень значимости.

В двух сериях испытаний пакетов деталей было сделано по 10 опытов. Поэтому для определения критерия t_α воспользуемся квантиль – распределением Стьюдента $t_\alpha(n-1)$, которое для $n=10$ равно $t_5(9)=2.260$.

Таким образом, гипотеза о неоднородности результатов опытов будет принята, если $t_{ij} \geq 2.260$.

Анализ данных результатов экспериментов показывает существенное различие результатов опытов всех серий. Образец пакета № 3 имеет различие с остальными образцами даже при 1 %-ном уровне значимости $t_1(9)=3.250$.

Таким образом, проведённая проверка на статистическую однородность выборок при испытаниях физико-механических свойств пакетов позволила выявить существенное различие результатов большинства опытов всех серий в разных направлениях нанесения полимерной композиции относительно номинальной оси образцов пакетов [15]. Результаты проведённой проверки дают основание для выбора наиболее рационального варианта пакета при изготовлении деталей одежды заданного ассортимента.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Меликов Е.Х. Разработка и исследование методов формования деталей одежды: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. М.: МТИЛП, 1986. – 42с.
- [2] Ташпулатов С.Ш. Разработка высокоэффективной ресурсосберегающей технологии изготовления швейных изделий: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Ташкент: ТИТЛП, 2008. – 42 с.
- [3] Черунова И.В. Теоретические основы комплексного проектирования специальной одежды: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Шахты: ЮРГУЭС, 2008. – 42 с.
- [4] Ташпулатов С.Ш., Андреева Е.Г. Теоретические основы технологии изготовления швейных изделий. Учебное пособие. Ташкент, 2017. – 224 с.
- [5] Ташпулатов С.Ш., Иванов С.С., Коблякова Е.Б. Релаксация ткани при формовании плоских оболочек // Актуальные проблемы техники и технологий в текстильной и лёгкой промышленности: Сб. тезисов докладов. Кировобад, 1989.
- [6] Ташпулатов С.Ш., Базаев Е.М., Коблякова Е.Б. Деформационные характеристики ткани при формировании пространственных оболочек // Известия вузов. Технология лёгкой промышленности. 1990. № 2.
- [7] Ташпулатов С.Ш., Джураев А.Д., Файзиева Г.Х. Изучение механизма формообразования оболочек деталей одежды на рельефной поверхности // Инновационные технологии: теория и практика. Материалы Международной научно-практической конференции. Часть 2. Алматы, 2004.
- [8] Ташпулатов С.Ш. Методы стабилизации формы деталей одежды // Инновационные технологии: теория и практика. Материалы Международной научно-практической конференции. Часть 2. Алматы, 2004.
- [9] Хамматова В.В. Модификация полимеров для улучшения качества клеевых прокладочных материалов // МНТК. Казань: КГТУ, 2005. С. 44 – 47.
- [10] Метелёва О.В., Веселов В.В. Роль химии в процессах изготовления швейных изделий // Российский химический журнал. Т. XLVI. 2002. № 1.
- [11] Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В., Нутфуллаева Л.Н. Исследование формоустойчивости объёмных деталей швейных изделий // Журнал «Студенческий научный форум». 2015. № 3. Часть 1. Пенза. С. 129 – 131.
- [12] Ташпулатов С.Ш., Нутфуллаева Л.Н., Черунова И.В., Стенькина М.П. Гигиеническая оценка условий армирования текстильного материала коллагенсодержащей композиции // Международный журнал экспериментального образования. М., 2015. № 11. Часть 3. С. 415.
- [13] Ташпулатов С.Ш., Нутфуллаева Л.Н., Черунова И.В., Стефанова Е.Б. Обоснование размеров армирования поверхности текстильного материала коллагенсодержащей полимерной композицией // Международный журнал экспериментального образования. М., 2015. № 11. Часть 3. С. 451 – 452.

- [14] Черунова И.В., Милютин Г.Р. Исследование развития наноструктурных материалов и композиций для безопасности жизнедеятельности человека // Фундаментальные исследования. 2014. № 9 – 10. С. 2153 – 2156.
- [15] Sobirova Z. A. Geometric characteristics and change bulk form part of the product impregnated with the polymer composition based on collagen // International Journal of European science review. Vienna, Austria. 2017, Number 1 – 2, January – February. P. 236 – 237.

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Дата поступления
25.01.2018

З.А. Собирова, С.Ш. Ташпулатов, И.В. Черунова. Мўйнали кийимлардан тайёрланган кенг миқёсли деталларнинг шакли барқарорлигини ҳар томонлама баҳолаш

Ушбу мақолада полимер композициясидан фойдаланиб мўйнанинг деформацион хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда тажрибавий ва назарий тадқиқотлар асосида буюмнинг фазовий шаклини ҳосил қилиш, замонавий ишлаб чиқариш корхоналари талаблари асосида мўйнадан буюм шаклини ҳосил қилиш ва уни самарали сақлаш натижалари келтирилган.

Z.A Sobirova, S.Sh. Tashpulatov, I.V. Cherunova. Complex evaluation of form-resistance of fully-formed volume parts of fur articles

The article presents the results of experimental theoretical studies of the use of polymeric compositions in the manufacture of voluminous articles made of fur, which provides the specified form stability and reliability, meeting the modern requirements of industrial production, the efficiency of their use in production conditions.

УДК 621.791

Ш.С. ФАЙЗИБАЕВ, Э.С. НАБИЕВ

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В МАТЕРИАЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО КОЛЕСА

Восстанавливать геометрические размеры поверхности катания обода железнодорожного колеса при ремонте предлагается с помощью автоматической многоэлектродной наплавки [1]. Однако наплавка колеса весом до 300 кг мощным источником тепла может вызвать появление значительных напряжений, превышающих предел прочности основного материала, которым является колесная сталь марки 2 со сравнительно высоким содержанием углерода (C – 0.55 – 0.63, Si – 0.2 – 0.45, Mn – 0.5 – 0.9%). Временное сопротивление при разрыве колеблется в пределах $\sigma_b=90 - 110 \text{ кг/мм}^2$ [2].

Результаты численных исследований тепловых процессов при наплавке показали, что с уменьшением толщины обода колеса скорость движения тепловых волн увеличивается. Расчетами установлено, что в пределах от толщин нового колеса до предельно изношенного диапазон скоростей распространения тепловых волн в материале колеса составляет $V_m=0.67 - 15 \text{ мм/с}$ [3]. В связи с этим, изучая вопрос о возможности разрушения материала колеса под воздействием упругопластических деформаций, возникает необходимость предварительного определения напряжений, связанных с неравномерным распределением температур в сечении обода колеса при наплавке.

Исследование коробления колеса при наплавке поверхности катания восемью валиками [4] показало, что режим длительного термического воздействия вызывает в его конструкции большие градиенты температур не в отдельных точках обода, а в зоне перехода последнего в диск. В связи с этим было принято решение ограничить количество наплавляемых валиков до четырех и тем самым уменьшить интенсивность тепловых потоков, влияющих на уровень возникающих деформаций.

Экспериментами было установлено, что обод колеса с минимально допустимой к восстановлению толщиной (30 мм) после наплавки четырех валиков может прогреваться до температуры $\approx 480 - 510^\circ\text{C}$. Учитывая это, расчетную оценку температурных напряжений σ_M^P в сечениях обода колеса по толщине Z производили в температурном диапазоне $T_n=400 - 600^\circ\text{C}$, используя упрощенную формулу

$$\sigma_M^P = \frac{E\alpha\Delta T}{4R_k \ln \frac{R_k}{R_g}} \left(z_i + 2R_g - \frac{2R_g^2}{z_i} \ln \frac{R_k}{R_g} \right)$$

с исходными данными по табл. 1 (ΔT – разница между температурами T_n и T_0).

Таблица 1

Исходные параметры для расчета температурных напряжений σ_M^P в материале колеса

Температура $T_n, ^\circ\text{C}$	Внутренний радиус колеса $R_e, \text{мм}$	Наружный радиус колеса $R_k, \text{мм}$	Усредненное линейное расширение $\alpha, 10^{-5}/^\circ\text{C}$	Модуль упругости $E, \text{кг/мм}^2$	Температура окружающего воздуха $T_0, ^\circ\text{C}$	Толщина обода колеса $Z, \text{мм}$
400	430	400	1.373	21090	20	30
500						
600						

Полученные расчетные результаты сведены в табл. 2, а график распределения температурных напряжений по сечениям обода колеса Z_i представлен на рис. 1.

Таблица 2

Расчетные значения максимальных температурных напряжений растяжения σ_M^P в поперечном сечении обода колеса толщиной 30 мм

Напряжение, кг/мм^2	Расстояние от поверхности обода $Z_i, \text{мм}$	Температура $T_n, ^\circ\text{C}$		
		400	500	600
σ_M^P	5	89	112.3	135.7
	10	70.3	88.7	107.2
	15	52.0	65.8	79.5
	20	34.3	43.3	52.3
	25	17	21.7	25.9

По графику (см. рис. 1) видно, что уровень температурных напряжений наиболее высок в поверхностных слоях обода. Их значения на глубине 5 мм достигают предела прочности металла колеса σ_e при температуре 410°C и остаются равными σ_e до 480°C . Свыше этой температуры напряжения превышают предел прочности и тем самым повышают склонность колеса к разрушению. На глубине 10 мм напряжения, достигающие предела прочности материала колеса, смещаются в область максимальных температур нагрева обода, что соответствует 590°C . Значения температурных напряжений в сечениях обода на глубине 15 мм и ниже уменьшаются и не превышают предела текучести материала колеса.

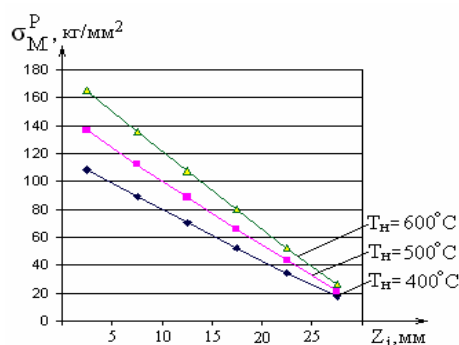


Рис. 1. График распределения температурных напряжений по толщине обода колеса с ростом температуры

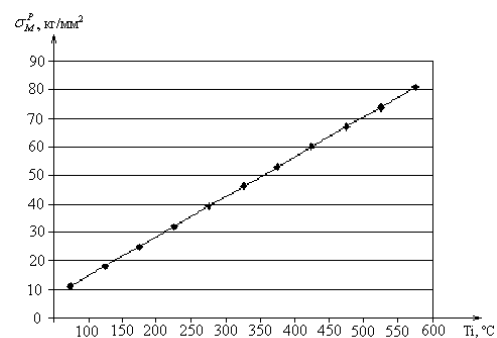


Рис. 2. График напряжений в материале колеса с ростом температуры нагрева обода толщиной 40 мм

Обобщенный анализ численных данных выявил условия реального превышения напряжений в поверхностных слоях обода колеса над σ_e при температурах свыше 500°C . Для предупреждения разрушения материала колеса от температурных напряжений следует снижать тепловую мощность режима наплавки или допускать к восстановлению колеса с толщиной обода более 30 мм. Численные расчеты, выполненные для колеса с толщиной обода 40 мм, показывают, что возникающие температурные напряжения не должны превышать предела прочности материала колеса в реальных условиях наплавки (рис. 2).

Однако для колес, требующих восстановления с минимальной толщиной обода, следует провести дополнительные исследования по выработке мер, связанных со снижением температуры нагрева обода в процессе наплавки. Например, перед началом наплавки третьего валика произвести выдержку для охлаждения колеса до температуры 200 °С или ограничить количество наплавляемых валиков с четырех до двух. В случае получения отрицательных результатов можно выполнить подогрев колеса перед наплавкой до температуры 100 °С.

Таким образом, упрощенные расчеты показывают необходимость углубленного теоретического и экспериментального изучения напряженно-деформационного состояния колеса с учетом реальных параметров модели восстанавливаемого обода и режимов многоэлектродной наплавки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Файзибаев Ш.С., Набиев Э.С., Нигматова Д.И. Повышение срока эксплуатации железнодорожных колес способом многоэлектродной наплавки // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производства». Жиззах, 2014. С. 240 – 243.
- [2] Иванов С.Г., Захаров С.М. Конструкция, химический состав и механические свойства колес грузовых вагонов // ВНИИЖТ. М.: Интекст, 2004. С. 136 – 138.
- [3] Глущенко А.Д., Набиев Э.С., Заирова Д.Н., Косимов О.Т. Методика расчетной оценки скоростей движения тепловых волн в материале колесных дисков грузовых вагонов при их наплавке и торможении поездов // Сборник трудов Республиканской научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии по эксплуатации и ремонту подвижного состава, динамика и прочность систем». Ташкент, 2006. С. 187 – 191.
- [4] Набиев Э.С. Влияние наплавки на коробление вагонного колеса при его восстановлении многоэлектродным способом // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2013. № 2. С. 73 – 75.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

Ш.С. Файзибаев, Э.С. Набиев. Темир йўл гилдираги материалидаги ҳарорат кучланишлари

Мақола темир йўл гилдираги материаллини сулоштириб қўлаб тиклашда содир бўладиган ҳарорат кучланишларининг сонли ҳисобларини соддалаштириш натижалари бағишланган.

Sh. S. Fayzibaev, E. S. Nabyev. Temperature stresses in the material of the railway wheel

The paper presents the results of simplified design studies of temperature stresses that occur in the material of a railway wheel during restorative resurfacing.

УДК 66.015.23

Б.Б. ХАКИМОВ, С.И. ХУДАЙКУЛОВ

ДИАГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И БИОЭТАНОЛА

В системах дизтопливо – биоэтанол обычно существуют две фазы (две несмешивающиеся жидкости) и три компонента. Поэтому, согласно правилу фаз, число параметров, определяющих состояние системы, будет: $3+2=2+M$, $N=3$. Равновесное распределение третьего компонента – между двумя жидкими фазами фиксируется значениями концентраций в каждой фазе и температурой.

Опытные данные по равновесному распределению графически представляются в треугольных диаграммах (поскольку системы трехкомпонентные). Подобная типичная диаграмма представлена на рис. 1. Система состоит из трех компонентов A , B и C , находящихся при постоянной температуре. Компонент C растворим в A и B во всех соотношениях, компоненты A и B ограниченно растворимы друг в друге. Смесь компонентов A и B выражается точками вдоль стороны AB треугольника, смесь A и C – точками вдоль стороны AC треугольника и смесь B и C – вдоль стороны BC треугольника. Любая точка внутри треугольника представляет смесь трех компонентов. Так как треугольник равносторонний, состав смеси, характеризуемый точкой внутри треугольника, определяется длиной перпендикуляров, опущенных из данной точки на стороны треугольника, противоположные данному компоненту. Так, для точки M состав смеси по компонентам A , B и C

соответственно выражается длинами перпендикуляров Mx , My и Mz . Это положение вытекает из принципа построения самой диаграммы, так как, например, в точке A содержание компонента $A=100\%$. В любой же другой точке, отличающейся от A , содержание компонента A будет меньше 100% и чем дальше эта точка отстоит от A , тем меньше будет процентное содержание компонента A в смеси и, следовательно, тем короче будет перпендикуляр на сторону BC треугольника [1 – 3].

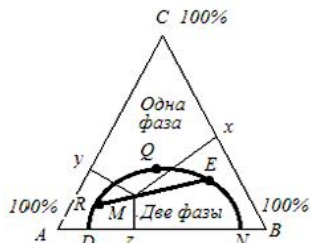


Рис. 1. Диаграмма равновесия трехкомпонентной системы дизтопливо – биоэтанол

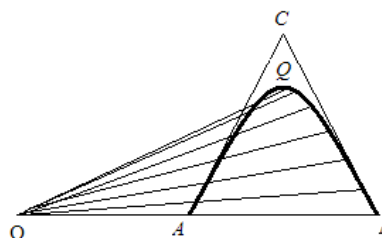


Рис. 2. Построение полюса конод

Кривая $DRQEN$ ограничивает область взаимной растворимости компонентов и выражает равновесное распределение компонента C в A и B . Точки, лежащие под пограничной кривой $DRQEN$, соответствуют области расслоения жидкостей A и B . Точки, расположенные выше пограничной кривой, находятся в области полной взаимной растворимости компонентов, где существует лишь одна фаза. Состав расслаивающихся жидкостей при равновесном насыщении под пограничной кривой для точки M характеризуется точками R и E . Все смеси вдоль линии образуют два жидких слоя состава R и E . Относительные количества каждого слоя обратно пропорциональны образуемым отрезкам, т. е.

$$\frac{R}{E} = \frac{ME}{RM}. \quad (1)$$

Точка R – слой, образуемый в точке M и богатый компонентом A , точка E – слой, богатый компонентом B . Линия RE , соединяющая составы двух равновесных слоев, называется конодой. Число таких конод в пределах пограничной кривой равно бесконечности.

При пересечении конод в одной точке (в полюсе O , рис. 2) можно определить положение фокуса O по двум известным конодам, что позволяет наносить любые другие точки при отсутствии для них экспериментальных данных и построить график равновесного распределения. Коноды в пределах пограничной кривой с увеличением содержания компонента C становятся все меньше, превращаясь в точку перегиба Q . В точке перегиба Q два жидкостных слоя становятся идентичными по составу и плотности. Эта точка может быть определена так же, как критическая точка.

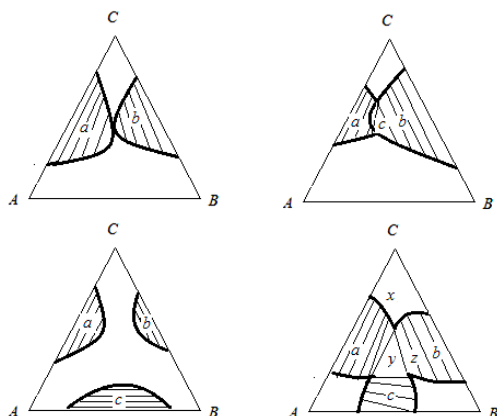


Рис. 3. Тройные системы с различными областями расслаивания: a, b, c – зоны двухфазных систем; x, y, z – составы трехслойных систем

Типичные фазовые диаграммы тройных систем, используемые в процессах экстракции, представлены на рис. 3 [4, 5]. С повышением температуры область расслаивания систем уменьшается и, следовательно, увеличивается взаимная растворимость. Наиболее характерное влияние температуры на фазовое состояние трехкомпонентной системы представлено на рис. 4. Этому правилу следует большинство систем.

Равновесное распределение третьего компонента (например, C) между двумя фазами (A и B) при расчетах процессов экстракции можно представить в прямоугольных координатах равномерной шкалы. В этом случае наибольшее практическое значение приобретает построение двух типов графиков:

1) графиков, определяющих коэффициент распределения компонента C между двумя фазами;

2) графиков, характеризующих селективность растворителя по отношению к разделяемым компонентам.

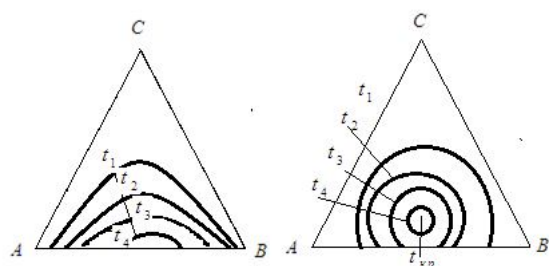


Рис. 4. Влияние температуры на величину области расслаивания при $t_4 > t_3 > t_2 > t_1$; $t_{кр}$ – критическая температура растворения

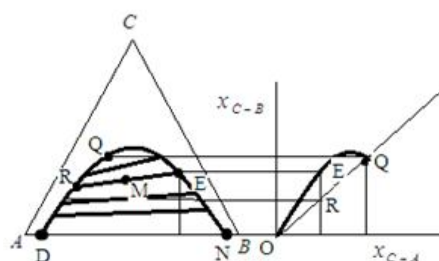


Рис. 5. Построение прямоугольной диаграммы из треугольной

Построение графиков, определяющих коэффициент распределения, может быть произведено непосредственно по тройной диаграмме (рис. 5). При этом коэффициентом распределения в процессах экстракции называется отношение весовой или молярной доли распределяемого компонента C в фазе, богатой компонентом $B(x_{C-B})$, если B растворитель, к весовой или молярной доли компонента C в фазе, богатой компонентом $A(x_{C-A})$, т. е.

$$K = \frac{x_{C-B}}{x_{C-A}}, \quad (2)$$

где K – коэффициент распределения величиной больше 1.

Соотношение (2) оправдывается для малых концентраций распределяемого вещества и когда отсутствует диссоциация или ассоциация молекул распределяемого вещества в фазах. В общем случае применимым является соотношение

$$K = \frac{x_{C-B}^m}{x_{C-A}}, \quad (3)$$

где $m > 1$ – величина переменная. Возвращаясь к рис. 5, можно видеть, что поскольку компонент C больше растворим в B , чем в A , то точки левой ветви пограничной кривой дают значение x_{C-A} , а точки правой ветви – значения x_{C-B} , точка перегиба Q лежит на диагонали прямоугольной диаграммы и ей соответствует равенство $x_{C-B} = x_{C-A}$. При малых концентрациях (близко к началу координат) кривая распределения приближается к прямой (линейный закон распределения), что находится в соответствии с равенством (3). Кривые распределения различных компонентов в системах приведены на рис. 6.

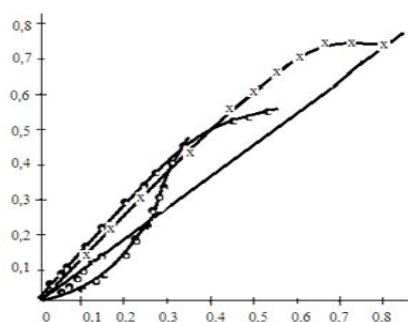


Рис. 6. Кривые распределения различных компонентов в системах: 1 – вода (A) – 1, 2 – биоэтанол (B) – ацетон (C) 25° C; 2 – вода (A) – дизтопливо (B) – 1, 4 – эфир (C) 25° C; 3 – вода (A) – дизтопливо (B) – эфир (C) 25° C; 4 – вода (A) – дизтопливо (B) – эфир (C) 20° C

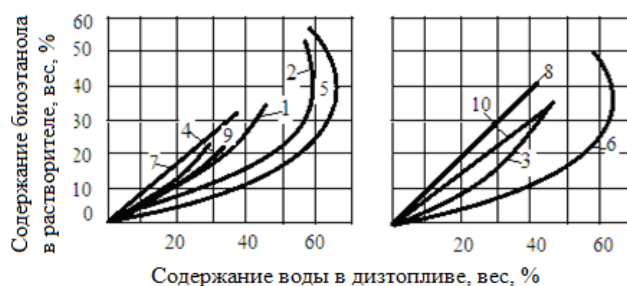


Рис. 7. Кривые распределения дизтоплива между водой и различными растворителями: 1 – биоэтанол; 2 – дизтопливо; 3 – гексалинацетат; 4 – метилциклогексанон; 5 – н-дibuтиловый эфир; 6 – октилацетат; 7 – метилизобутилкетон; 8 – изофорон; 9 – изоамилацетат; 10 – динпропилкарбинол

Кривые распределения биоэтанола между дизельным топливом и различными растворителями представлены на рис. 7. Подобные кривые распределения используются для графического расчета необходимого числа ступеней разделения данных компонентов.

Наиболее наглядное представление о пригодности того или иного растворителя для разделения данных компонентов дают графики, характеризующие селективность растворителя по отношению к разделяемым компонентам. Селективное действие растворителя (компонента B) при разделении раствора в A и C на отдельные компоненты может быть оценено соотношением

$$\beta = \frac{\frac{\%C}{\%C + \%B} B}{\frac{\%C}{\%C + \%A} A} = \frac{x_{C-B}}{x_{A-B}} \cdot \frac{x_{C-A}}{x_{A-A}}, \quad (4)$$

где x_{C-B}, x_{A-B} – концентрация компонентов C и A в слое растворителя x_{C-A} ; x_{A-A} – концентрация компонентов в остатке; β – коэффициент селективности. В процессах экстракции растворитель (биоэтанол) всегда должен удовлетворять условию $\beta > 1$. Чем больше значение коэффициента селективности, тем эффективнее данный растворитель. На основании постоянства активностей каждого компонента в фазах в состоянии равновесия коэффициент селективности может быть найден по соотношению коэффициентов активности:

$$\beta = \frac{\gamma_{C-A}}{\gamma_{A-B}} \cdot \frac{\gamma_{A-A}}{\gamma_{C-B}}. \quad (5)$$

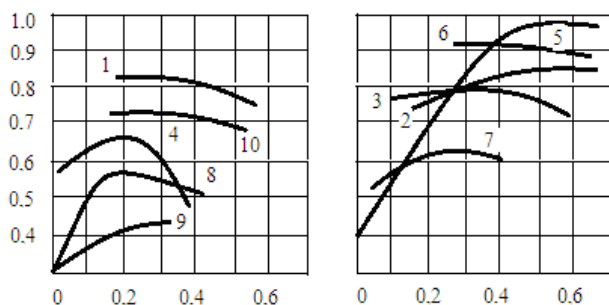


Рис. 8. Селективность различных растворителей при дизтопливе биоэтанола: 1 – изопропиловый эфир; 2 – диизобутилкетон; 3 – гексалинацетат; 4 – метилциклогексанон; 5 – н-диоутиловый эфир; 6 – октилацетат; 7 – метилизобутилкетон; 8 – изофорон; 9 – изоамилацетат; 10 – диизопропилкарбинол

Уравнение (5) позволяет предсказывать равновесное распределение в системах жидкость – жидкость по данным равновесия в системах пар – жидкость.

На рис.8 представлен типичный график селективности различных растворителей при дизтопливе биоэтанола.

Таким образом, кривые на рис. 8 указывают на пригодность того или иного вещества в качестве растворителя. Так, наиболее эффективным растворителем будет н-дибутиловый эфир и биоэтанол. Подобные графики непосредственно дают значение концентрации извлекаемого вещества без учета концентрации растворителя, аналогично диаграммам равновесия, построенным в координатах $y - x$. В этом случае коэффициент селективности β аналогичен коэффициенту относительной летучести α . Графики селективности могут быть непосредственно построены переносом ряда точек пересечения конод с пограничной кривой, отвечающих соотношению (4).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чертоусов М. Д. Гидравлика (спец. курс). М.: Госэнергоиздат, 1960. – 640 с.
- [2] Худайкулов С. И., Яхшибоев Д. С. Моделирование динамики развития стратификационных течений многофазных жидкостей. Ташкент, 2017. – 162 с.
- [3] Koch R. // Chem Stosow. 1961. № 6. – 371с.
- [4] Зелинский Ю. Г., Кафаров В. В. Массопередача в химической промышленности // Химическая промышленность. 1961. № 2.
- [5] Зелинский Ю. Г., Кафаров В. В. Распределение биоэтанола. М.: Медицинская промышленность, 1963.

Б.Б. Хакимов, С.И. Худайкулов. Биоэтанол ва дизель ёнилгиси аралашмаси параметрларини аниқлашнинг диаграмма усули

Маъқолада биоэтанол ва дизель ёнилгилари барча компонентларининг аралашма фазасида тенг тарқалиши тадқиқ қилинади. Аралашмадаги биоэтанол ва дизель ёнилгиси концентацияларининг ҳар бир фазадиги маълум температурадаги қиймати график усулда топилади. Тажрибадан олинган қийматлари назарий қийматлар билан солиштирилади.

B.B. Khakimov, S.I. Khudaykulov. Diagrams for determining the parameters of a mixture of diesel fuel and bioethanol

In the article, the equilibrium distribution of all components is investigated - between two liquid phases, the phases of bioethanol and diesel fuel. Graphically, the concentration values in each phase are fixed at a certain temperature. Experimental data on the equilibrium distribution are graphically represented in diagrams and compared with theoretical data.

УДК 624.2/8:699.8

У.З. ШЕРМУХАМЕДОВ

ОСОБЕННОСТИ ТЕОРИИ ДВУХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ С ЖЕСТКО ПРИСОЕДИНЕННОЙ КОНЦЕВОЙ ЧАСТЬЮ МОСТА С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

При сильных землетрясениях человеческие жертвы и материальный ущерб связаны с гражданским строительством, которому уделяется большое внимание при исследованиях в области сейсмостойкого строительства. Однако особенно важной эта проблема представляется при строительстве мостов, поскольку мосты являются барьерными сооружениями, входят в число сооружений жизнеобеспечения района, пострадавшего от землетрясения, и требуют значительных сил и средств для восстановления.

Известны решения, в которых пролетное строение используется в качестве динамического гасителя колебаний опоры. В частности, они предложены в работах А.М. Уздина, А.А. Никитина, В.В. Сахаровой [1 – 4].

Рассмотрим двухмассовую систему с жестким закреплением концевой части (рис. 1).

В предложенной схеме приведены следующие параметры: C_{z1} – жесткость гасителя (промежуточной части); C_{z2} – жесткость устоя (концевой части); C_{pier} – жесткость опоры; m_1 – масса гасителя (промежуточной части); m_{pier} – масса опоры; γ_{z1} – коэффициент затухания гасителя (промежуточной части); γ_{z2} – коэффициент затухания устоя (концевой части); γ_{pier} – коэффициент затухания опоры.

В данной схеме (см. рис. 1) упругая связь пролетного строения с опорой должна одновременно обеспечиваться условиями жесткости и прочности, что часто не реализуемо. Пролетное строение одним концом опирается на жесткий устой, а вторым – на сравнительно высокую опору, которую необходимо защитить от сейсмической нагрузки.

В этом случае можно использовать упругое соединение пролетного строения с опорой и с устоем и попытаться настроить жесткости так, чтобы пролетное строение по-прежнему оставалось динамическим гасителем колебаний опоры. Рассмотрим это на примере представленной двухмассовой системы.

Получим для нее диагональную матрицу масс и матрицу жесткости:

$$M = \begin{bmatrix} m_{pier} & 0 \\ 0 & m_1 \end{bmatrix}; \quad R = \begin{bmatrix} C_{pier} + C_{z1} & -C_{z1} \\ -C_{z1} & C_{z1} + C_{z2} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

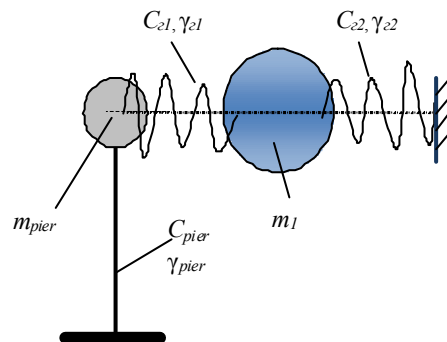


Рис. 1. Расчетная схема двухмассовой системы с жестко закрепленной концевой частью

Обозначим парциальную частоту колебаний опоры (концевой части)

$$k_0 = \sqrt{\frac{C_{pier}}{m_{pier}}} . \quad (2)$$

Тогда парциальная частота колебаний гасителя промежуточной части

$$k_z = \sqrt{\frac{C_{z1} + C_{z2}}{m_1}} . \quad (3)$$

Соотношение собственных частот основного тона колебаний гасителя и собственных частот основного тона колебаний опоры обозначим в виде

$$f = \left(\frac{k_z}{k_0} \right) . \quad (4)$$

При построении уравнений колебаний многомассовых демпфированных систем используем метод Е.С. Сорокина

$$\mathbf{B}_c = \gamma \mathbf{R} . \quad (5)$$

Для двухмассовой системы с жестко присоединенной концевой частью формулу (5) напишем следующим образом:

$$\mathbf{B}_c = \begin{pmatrix} C_{pier} \cdot \gamma_{pier} + C_{z1} \cdot \gamma_1 & -C_{z1} \cdot \gamma_1 \\ -C_{z1} \cdot \gamma_1 & C_{z1} \cdot \gamma_1 + C_{z2} \cdot \gamma_2 \end{pmatrix} , \quad (6)$$

где γ_1 и γ_2 – коэффициенты неупругого сопротивления гасителя и опоры соответственно.

На основе вычисления амплитуды колебаний был осуществлен подбор оптимальных параметров ДГК:

$$U_s(\omega) = \sqrt{\mathbf{a}_s(\omega)^2 + \mathbf{a}_c(\omega)^2} , \quad (7)$$

где $\mathbf{a}_c$ и $\mathbf{a}_s$ – искомые векторы амплитуд соответственно при косинусе и синусе.

$$\mathbf{a}_s = \left[(\mathbf{R} - \mathbf{M} \cdot \omega^2) \cdot \mathbf{B}_c^{-1} \cdot (\mathbf{R} - \mathbf{M} \cdot \omega^2) + \mathbf{B}_c \right]^{-1} \cdot \mathbf{M} \cdot V_p \cdot A \cdot g , \quad (8)$$

$$\mathbf{a}_c = (\mathbf{R} - \mathbf{M} \cdot \omega^2)^{-1} \cdot \mathbf{B}_c \cdot \mathbf{a}_s . \quad (9)$$

Результаты подбора оптимальных параметров ДГК по настройке и демпфированию в случае двухмассовой системы с жестко закрепленной концевой частью при $\nu=1$ приведены на рис. 2.

Как установлено, по вертикальной оси отложены $U_s(\omega)_0$ – амплитуда смещений опоры и $U_s(\omega)_1$ – амплитуда смещений пролетного строения в метрах, а по горизонтальной – ω – частота возмущения основного тона колебаний устоя.

Если жесткость соединения пролетного строения и устоя равны ($C_{z2}=0$), то реализуется оптимальная жесткость связи пролетного строения и опоры C_{z1} , полученная в работах А.М. Уздина и А.А. Никитина [3, 5].

При увеличении жесткости соединения пролетного строения с устоем ($C_{z2}>0$) оптимальная жесткость соединения пролетного строения опоры будет меняться и можно наблюдать равенство пиков (минимальные перемещения опоры и гасителя) на АЧХ, как это отмечали А.М. Уздин и А.А. Никитин [3, 5]. Определяем оптимальные параметры настроек.

На рис. 3 представлен вариант подбора оптимальных настроек при различных жесткостях C_{z2} . При этом видно, что фактическая сумма жесткостей C_{z1} и C_{z2} не является линейно зависимой, т.е. при закреплении пролета с одной стороны оптимальные жесткости C_{z1} и C_{z2} в сумме не равны оптимальной жесткости соединения в системе с одним гасителем, как это можно было бы предположить.

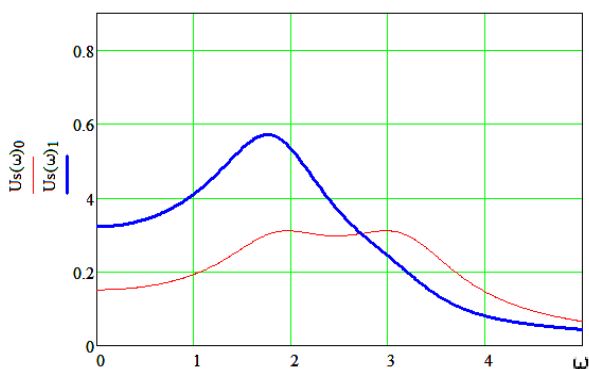


Рис. 2. Зависимости АЧХ от частоты возмущения при заданных параметрах системы при $\nu=1$ ($C_{z1}=0.508$; $C_{z2}=1.7$; $f_{onm}=0.47$; $\gamma_{z1 onm}=5$; $\gamma_{z2 onm}=0.1$)

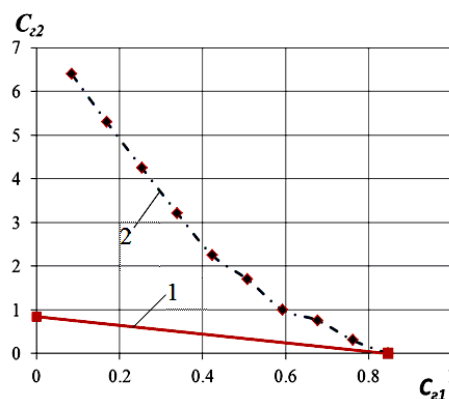


Рис. 3. График зависимости оптимальной жесткости C_{z2} от жесткости C_{z1} при $\nu=1$; 1 – $C_{z1}+C_{z2}=C_{opt}^{(0)}$; 2 – $C_{z2}^{opt}(C_{z1})$

Как видно из полученных результатов (см. рис. 3), суммарная жесткость двух пружин гасителя в данном случае значительно выше, чем оптимальная жесткость при использовании одной упругой связи $C_{opt} < C_{z1}^{(opt)} + C_{z2}$. Это решение может быть достаточно эффективным, так с увеличением жесткости увеличивается прочность. Благодаря такому увеличению жесткости легче удовлетворить условиям прочности, тогда как при работе одной упругой связи это может быть затруднительно. Показано, что такое решение рекомендуется для случая, когда мост расположен в крутом ущелье, промежуточные опоры высокие и гибкие, а концевые опоры достаточно жесткие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Никитин А. А. Динамический гаситель колебаний для мостовых опор // Сейсмостойкое строительство. 1982. № 4. С. 5 – 7.
- [2] Никитин А. А. Оценка эффективности динамического гасителя колебаний мостов при повреждении опор в процессе колебаний // ВНИИИС Госстроя СССР. Сейсмостойкое строительство. 1983. №11. С. 22 – 24.
- [3] Никитин А. А., Уздин А. М. Применение динамических гасителей колебаний для сейсмозащиты мостов // Экспресс-информация ВНИИИС. Сер.14. Сейсмостойкое строительство. Вып. 9. 1986. С. 20 – 24.
- [4] Сахарова В. В., Симкин А. А., Никитин А. А., Уздин А. М. Использование пролетного строения для гашения сейсмических колебаний опор мостов // Экспресс-информация ВНИИИС. Серия 14. Сейсмостойкое строительство. Вып.4. 1982. С.14 – 18.
- [5] Шермухамедов У. З., Кадырова Ш. Ш. Методика расчета мостовых конструкций с учетом сейсмических нагрузок на высокоскоростных линиях // Международная научно-техническая конференция «Прочность конструкций, сейсродинамика зданий и сооружений». Ташкент: ИМиСС, 2016.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

У.З. Шермухамедов. Сеймик таъсирларни ҳисобга олиб кўприк четки таянчига бикир боғланган икки массали тизим назарияси тадқиқотининг ўзига хос хусусиятлари

Мақолада икки массали тизимни кўприкнинг четки қисми билан бикир боғланмаси кўриб чиқилган. Оралиқ қурилма билан таянчнинг қайишқоқ боғланиши бир пайтда бикирлик ва мустаҳкамлик шартлари бўйича таъминланиши лозим, бу эса, ҳар доим ҳам амалга ошмайди. Бу ечим кўприк ўрта таянчлари баланд ва эгилувчан, четки таянчлар эса бикир, тик дарада жойлашган ҳолатларда тавсия қилинади.

U.Z. Shermukhamedov. Research of the theory dual mass system with rigidly fixed end of the bridge taking into account seismic effects

The article considers a two-mass system with rigid fixing of the end part of the bridge. The elastic connection of the span structure with the support must be simultaneously provided with conditions of rigidity and strength, which is often not realizable. It is shown that such a solution is recommended for the case when the bridge is located in a steep gorge, the intermediate supports are high and flexible, and the end supports are rather rigid.

МЕТОД РЕШЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В МНОГОСЛОЙНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С УЧЕТОМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Несмотря на значительные успехи в расчетных моделях теплового режима здания, проблема правильной оценки теплоустойчивости строительных конструкций остается наиболее актуальной, особенно в географических областях с жарким климатом. Широко применяемый стандартный подход, основанный на одном параметре – амплитуде колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения, зачастую не отвечает реальной теплоустойчивости ограждающей конструкции. Расчетные формулы для оценки теплоустойчивости, приведенные в нормативном документе [1], были получены на основе линейной модели процесса нестационарной теплопроводности. В реальных условиях, когда прогрев составного тела осуществляется солнечной радиацией и конвекцией одновременно, граничные условия нелинейны, и для решения задач теплопереноса в составных телах строгие математические методы оказываются малоприменимыми. Поэтому в географических областях с жарким климатом оптимизация выбора материала ограждающих конструкций, отвечающих в реальных условиях оптимальной теплоустойчивости, должна основываться на физических моделях процесса теплообмена в составных телах, в которых подход к решению задач переноса позволяет анализировать динамику процесса, не прибегая к стандартной методике [1]. В связи с этим в выполненных исследованиях был рассмотрен один из возможных вариантов построения такой модели.

Физическая модель процесса теплообмена в ограждающих конструкциях была представлена как составная стенка, состоящая из m слоев, между которыми возникают термические контактные сопротивления R_{ki} , определяющие перепад температур в зоне контакта. В случае же идеального контакта на стыке слоев температуры соприкасающихся поверхностей будут одинаковыми. Коэффициенты теплопроводности λ_i и температуропроводности a_i ($i=1, 2, \dots, m$) отдельных частей ограждения приняты постоянными. При исследовании процессов нестационарной теплопроводности, принимая во внимание климатические условия Узбекистана и делая акцент на летний период года, расчеты выполнялись без учета влагопереноса.

В условиях сухого жаркого климата с продолжительным теплым периодом тепловой поток на тепловоспринимающей поверхности выражается нелинейной функцией температуры этой поверхности. Происходящие при этом физические явления описываются одновременно законом Стефана – Больцмана

$$E = \varepsilon \cdot c_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (1)$$

где E – плотность излученного потока телом, Вт/м²; $c_0=5.67$ – коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м²·К⁴); $\varepsilon=J_{oi}/J_\lambda$ – степень черноты тела, где J_{oi} – интенсивность излучения абсолютно черного тела, Вт/м²; J_λ – интенсивность излучения серого тела, Вт/м²; T – абсолютная температура, °K

и законом Ньютона – Рихмана [2]

$$dQ = \alpha \cdot (t_{ct} - t_0) \cdot dF \cdot d\tau, \quad (2)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²К; t_{ct} – температура поверхности, °C; t_0 – температура окружающей среды, °C; dF – площадь поверхности теплообмена, м²; $d\tau$ – время, с.

Нелинейность системы уравнений, описывающих теплообмен, возникает за счет значительного влияния солнечной радиации, т.е. в летний период. Решение задачи радиационно-конвективного теплопереноса в составных телах, когда температура окружающей среды $T_c(\tau)$ и плотность теплового потока суммарной солнечной радиации $J(\tau)$ являются периодическими функциями времени, дается для так называемого квазистационарного состояния. С достаточной степенью точности примем, что инерционность процесса невысокая, т.е. предшествующая длитель-

ность теплообмена настолько велика, что влияние начального распределения температуры уже не проявляется.

Нестационарные температуры внутри многослойной ограждающей конструкции описываются дифференциальным уравнением теплопроводности [3]

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial T_i}{\partial \tau} &= a_i \frac{\partial^2 T_i}{\partial x^2}, i=1,2,\dots,m, \\ T_i &= T(x), \tau = 0 \\ -\lambda \frac{\partial T_1}{\partial \tau} &= a_{BH} (T_{BH} - T_1), x = 0, \\ \lambda \frac{\partial T_i}{\partial x} &= \frac{T_{i+1} - T_i}{R_{ki}} = \lambda_{i+1} \frac{\partial T_{i+1}}{\partial x}, x = x_i \\ \lambda_m \frac{\partial T_m}{\partial x} &= q_k + q_{rad} + q_{rad,окр}, x = R_m. \end{aligned} \right\} \begin{aligned} (3) \\ (4) \\ (5) \\ (6) \\ (7) \end{aligned}$$

начальными

и граничными условиями на внутренней поверхности

а также условиями сопряжения на стыках слоев

и, наконец, граничными условиями на внешней поверхности

Плотности тепловых потоков в правой части уравнения (7) характеризуют количество теплоты, полученной поверхностью конструкции за счет конвекции

$$q_k = \alpha_n [T_c(\tau) - T_m]$$

в результате поглощения солнечной радиации

$$q_{rad} = pQ(\tau),$$

а также за счет лучистого теплообмена с «окружением» $q_{rad,окр}$.

Наиболее сложной является задача определения результирующего излучения $q_{rad,окр}$ между ограждением и землей, между ограждением и близ расположенными зданиями и сооружениями, между ограждением и «небом».

Для согласования теоретических и экспериментальных результатов будем использовать для вертикальных стен зависимость $q_{rad,окр}$ от температуры T [4]:

$$q_{rad,окр} = \varepsilon_{np} \sigma_0 [T_c^4(\tau) - T_m^4], \quad (8)$$

где ε_{np} – приведенная степень черноты между поверхностью ограждения и "окружением".

Чтобы уменьшить число параметров и построить расчетную схему, в наиболее общей форме представим систему уравнений (3) – (7) в обобщенных безразмерных переменных:

$$\frac{\partial \theta_i}{\partial F_0} = A_i \frac{\partial^2 \theta_i}{\partial X^2}, i=1,2,\dots,m, \quad (3, a)$$

$$\theta_i = \theta(X), F_0 = 0, \quad (4, a)$$

$$-\lambda_i \frac{\partial \theta_1}{\partial X} = Bi_{BH} (\theta_{BH} - \theta_1), X = 0, \quad (5, a)$$

$$\Lambda_i \frac{\partial \theta_i}{\partial X} = B_{ki} (\theta_{i+1} - \theta_i) = \frac{\partial \theta_{i+1}}{\partial X}, X = X_i, \quad (6, a)$$

$$\frac{\partial \theta_m}{\partial X} = B_{ki} [\theta_c(F_0) - \theta_i] + K_i(F_0) + Sk [\theta_c^4(F_0) - \theta_m^4] \quad (7, a)$$

В преобразованной системе:

$\theta = \frac{T}{T^*}$ – безразмерная температура; T^* – масштаб приведения к безразмерной величине;

$X = \frac{x}{R_m}$ – безразмерная координата; R_m – толщина многослойной стенки; $F_0 = \frac{a_1 \tau}{R_m^2}$ – число Фурье;

τ – время; $Bi_{BH} = \frac{a_{BH} R_m}{\lambda_1}$, $Bi_H = \frac{a_H R_m}{\lambda_m}$ – число Био; $Bi_{ki} = \frac{R_m}{\lambda_{i+1} R_{ki}}$ – безразмерный параметр,

включающий величину термического сопротивления R_{ki} на границе соприкосновения i -го и $i+1$ -го слоев, характеризующий интенсивность теплообмена в месте контакта отдельных слоев конструкции;

$K_i = \frac{pQR_m}{\lambda_m}$ – число Старка; $A_i = \frac{\alpha_i}{a_1}$, $\Lambda_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_{i+1}}$.

Анализ существующих методов решения показал, что наиболее приемлемым способом решения системы (3, а) – (7, а) является разностный метод [5, 6]. Из многочисленных подходов к реализации разностных схем был выбран метод «элементарных балансов», предложенный А.П. Ваничевым [5], и прием, разработанный Г.И. Марчуком [6] – «расщепления» составного тела на однородные элементы. В результате разностные уравнения, аппроксимирующие рассматриваемую задачу теплопереноса (3, а) – (7, а) в зависимости от местоположения расчетной точки, приняли следующий вид:

1. Расчетная точка находится внутри i -го слоя:

$$\theta_{n, F_0 + \Delta F_0} = \theta_{n, F_0} + \Delta F_0 N^2 (\theta_{n-1, F_0} - 2\theta_{n, F_0} + \Delta \theta_{n+1, F_0}). \quad (9)$$

2. Расчетная точка находится на границе i -го и $(i+1)$ -го слоев ($n=n_i$) при:

а) идеальном контакте:

$$\theta_{n_i, F_0 + \Delta F_0} = \theta_{n_i, F_0} + \frac{2\Delta F_0 N^2}{1 + K_i} [K_i (\theta_{n_i-1, F_0} - \theta_{n_i+1, F_0})]; \quad (10)$$

б) неидеальном контакте:

$$\left. \begin{aligned} \theta_{n_i, F_0 + \Delta F_0} &= \theta_{n_i, F_0} + \frac{2\Delta F_0 N}{\Lambda_i} [Bi_{ki} (\theta_{n_i+1, F_0} - \theta_{n_i, F_0}) - N\Lambda_i (\theta_{n_i, F_0} - \theta_{n_i-1, F_0})] \\ \theta_{n_{i+1}, F_0 + \Delta F_0} &= \theta_{n_{i+1}, F_0} + \frac{2\Delta F_0 N}{q_i} [Bi_{ki} (\theta_{n_i, F_0} - \theta_{n_{i+1}, F_0}) - Nq_i (\theta_{n_{i+1}, F_0} - \theta_{n_{i+2}, F_0})] \end{aligned} \right\}. \quad (11)$$

3. Расчетная точка находится на наружной поверхности ($n=n_m$):

$$\begin{aligned} \theta_{n_m, F_0 + \Delta F_0} &= \theta_{n_m, F_0} + 2\Delta F_0 N \sqrt{\frac{\alpha_m}{\alpha_1}} \{ Bi_H [\theta_c(F_0) - \theta_{n_m, F_0}] + K_i(F_0) + \\ &+ Sk [\theta_c^4(F_0) - \theta_{n_m, F_0}^4] \} - 2\Delta F_0 N^2 (\theta_{n_m, F_0} - \theta_{n_{m-1}, F_0}). \end{aligned} \quad (12)$$

4. Расчетная точка находится на внутренней поверхности ($n=0$):

$$\theta_{0, F_0 + \Delta F_0} = \theta_{0, F_0} + 2\Delta F_0 N^2 (\theta_{1, F_0} - \theta_{0, F_0}) - 2\Delta F_0 N Bi_{BH} (\theta_{0, F_0} - \theta_{BH}). \quad (13)$$

В приведенных формулах

$$q_i = \sqrt{\frac{\alpha_1}{\alpha_i}}; K_i = \Lambda_i \sqrt{\frac{\alpha_{i+1}}{\alpha_i}}; n = \sum_{j=1}^i \frac{x_j - x_{j-1}}{\Delta x_j}; \Delta X_1 = \frac{1}{N}; \Delta X_i = \Delta X_1 \sqrt{\frac{\alpha_i}{\alpha_1}}.$$

Скорость сходимости решения разностных уравнений к заданной точности и устойчивость решения зависят от величины шага по времени. В задаче теплопереноса в результате выполненных

численных экспериментов получено равенство, согласно которому рассчитывается оптимальный временной шаг, обеспечивающий высокую сходимость и устойчивость решений:

$$\Delta F_0 N^2 + \Delta F_0 Bi_H N = \Delta \tau. \quad (14)$$

Численным путем получено $\Delta \tau = 0.25$.

Согласно вышеизложенной разностной схеме решения задачи, разработан программный комплекс на алгоритмическом языке FORTRAN 99 в оболочке *Microsoft Fortran Power Station*. Выполненные численные расчеты и их сопоставление с натурными измерениями на однослойных и двухслойных конструкциях показали высокие коэффициенты корреляции – 0.989 и 0.969 соответственно. Это позволяет считать, что разработанная модель достаточно надежно описывает реальные процессы теплопроводности в ограждающих однослойных и двухслойных конструкциях. Была также произведена сравнительная оценка температурных полей различных по составу слоев наружных ограждающих конструкций, рассчитанных по разработанной методике с учетом прямого влияния солнечной радиации и по стандартной [1] (таблица).

Оценка расчета температурного поля ограждений двумя методами

Состав ограждающей конструкции	Величина затухания γ расчетной амплитуды колебаний температуры		$ \Delta = v_{\text{мод}} - v_{\text{ст.м}}$
	модельная	по методике [1]	
Железобетон ($\delta=0.15$ м) + пенополистирол ($\delta=0.09$ м)	59.3	63.5	4.2
Железобетон ($\delta=0.15$ м) + стекловолокно ($\delta=0.10$ м)	72.8	79.1	6.3
Керамзитобетон ($\delta=0.15$ м) + минеральная вата ($\delta=0.07$ м)	39.6	30.0	9.6

Таким образом, описанный метод решения задачи нестационарной теплопроводности в многослойных строительных конструкциях дает возможность достаточно просто и с высокой точностью провести численные модельные параметрические исследования процессов теплопереноса, что, в свою очередь, позволит оптимизировать конструктивное решение ограждений, включая выбор теплоизоляционного материала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] КМК 2.01.04-97* Строительная теплотехника.
- [2] Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Вычислительная теплопередача. М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
- [3] Владимиров В. С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики. М.: Физматлит, 2004. – 284 с.
- [4] Табунщиков Ю. А., Бородач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: Авок-пресс, 2002. – 194 с.
- [5] Ши Д. Численные методы в задачах теплообмена / Пер. с англ. М.: Мир, 1988. – 544 с.
- [6] Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1989. – 608 с.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
25.01.2018

Е.В. Шипачева, Д.Т. Шарипова. Қуёш радиациясини ҳисобга олган ҳолда қўп қатламли қурилиш конструкцияларида иссиқлик узатишни ҳисоблаш усули

Ушбу мақолада, қуёш радиацияси таъсирини ҳисобга олувчи, бинонинг қўп қатламли ташиқи тўсиқ конструкцияларидаги иссиқлик узатишни ҳисоблашнинг такомиллашган усули келтирилган.

E.V. Shipacheva, D.T. Sharipova. Solution method of heat transfer in multilayer building constructions taking into account the solar radiation

This article explains the advanced method of heat transmission valuation in the multilayer external enclosure structures of buildings considering the influence of a solar radiation.

К УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СЛОЖНОЕ НАГРУЖЕНИЕ

В результате сложности и многообразия проявления механизмов пластического деформирования еще не установлены приемлемые для практических расчетов соотношения между напряжениями и деформациями для произвольного нагружения. Но при решении задач пластичности, как при статических, так и динамических нагрузках, необходимо иметь диаграммы деформирования материала вплоть до разрушения, а также его поведение при разгрузках и повторных пластических деформациях.

В этом плане большое значение имеют экспериментальные работы. Эффективность исследований механических свойств материалов определяется техническим уровнем испытательных машин, различающихся по назначению, принципу действия, скорости измерения силового воздействия и его принадлежности, конструктивному исполнению, виду испытуемых материалов, а также видам нагружения. При определении механических свойств материалов ввиду их многообразия применяются испытательные машины различной номенклатуры. В распоряжении ИМиСС АН РУз имеется испытательная установка СН кинематического типа, на которой проводятся испытания образцов материала как при простом, так и при сложном нагружении (Р-М опыты).

Основные параметры машины: $P_{\max}=6000$ кг – растягивающая сила; $M_{\max}=5800$ кг/см – крутящий момент; измеряемые деформации – до 8 %; диапазон скоростей деформаций – от 10^{-6} до 10^{-3} с⁻¹. Рабочий цикл машины от 40 с и выше рассчитан на исключение влияния релаксационных эффектов. По данным внешних нагрузок и замеров крутки и удлинения величины напряжений и деформаций определяются как $\sigma_{11}=P/(2\pi rh)$, $\sigma_{12}=M/(2\pi R^2 h)$, $\varepsilon_{11}=\Delta l/l$, $\varepsilon_{12}=\varphi R/l$. Величина ε_{22} находится не из эксперимента, а из условия пластической несжимаемости материала. Все данные на этапе определялись на графопостроителе, что снижало точность проводимых замеров.

В целях модернизации системы управления и обработки эксперимента, используя цифровые технологии для регистрации различных данных, имеющих электрическую природу, и их графического отображения на дисплее была разработана 4-канальная регистрирующая система.

Наибольший интерес представляло распределение тензорных характеристик в объеме материала, но прямых экспериментальных данных о таких распределениях практически не имеется. Существующие экспериментальные методы основаны на исследовании локальных неоднородностей пластической деформации на поверхности объекта исследования. Это достигается за счет установки датчиков на тело конструкции. Одним из основных требований при установке на исследуемый объект датчиков является то, что эти датчики должны работать при нагружении образца в упругой области, в измеряемом диапазоне, не оказывая дополнительную силовую реакцию на систему. Эти подготовленные специальные тензометрические датчики перемещений, состоящие из упругой гибкой стальной пластины, имеют толщину $\delta=0.08$ мм, а ширина пластины – $a \leq 10.0$ мм.

Перед началом тарировки, при положении пластинки с наклеенными тензомерами, в котором мост уравновешен, на мониторе наблюдается прямая линия, совпадающая с нулевой линией.

При проведении тарировки датчика деформаций (рис. 1, 2), в зависимости от отклонения пластинки с наклеенными тензомерами от положения, в котором электрическое равновесие моста нарушается, т.е. происходит дисбаланс, на мониторе наблюдаем отклонение линии от нулевого положения. Чем больше будет отклонение пластинки датчика, тем больше дисбаланс моста и больше величина сигнала, поступающая на усилители, тем дальше криволинейная будет отходить от нулевой линии.

Для тарировки датчиков перемещений был изготовлен специальный стенд, который позволяет производить тарировку датчиков для измерений малых деформаций.

Проведена тщательная тарировка установки, обеспечивающая точность опытов. Отметим, что датчики, фиксирующие растягивающую силу и крутящий момент наклеены на динамометр машины СН. Упругие полупроводниковые датчики, фиксирующие деформации растяжения и кручения, наклеены на балки равного сопротивления, вмонтированные в специальное тензоизмерительное устройство.

В таблице приведены значения коэффициентов чувствительности каналов силы, момента, деформации растяжения и деформации момента.

Значения коэффициентов чувствительности каналов

Измерительный канал	Чувствительность канала	Среднее значение, k^o
Сила	$k^o_{\text{сила}}$	8.85
Деформация силы	$k^o_{\text{деф. раст.}}$	10.07
Момент	$k^o_{\text{момент}}$	8.68
Деформация момента	$k^o_{\text{деф. мом.}}$	11.12

После проведения экспериментов результаты опытов с тензоизмерительным устройством сравнивались с экспериментами, в которых пластические датчики наклеивались на образец. Сравнение таких экспериментов, а также оценка взаимовлияния деформации растяжения на деформацию кручения (и наоборот) показали, что данная тензоизмерительная конструкция обеспечивает достоверность опытов на сложное нагружение.

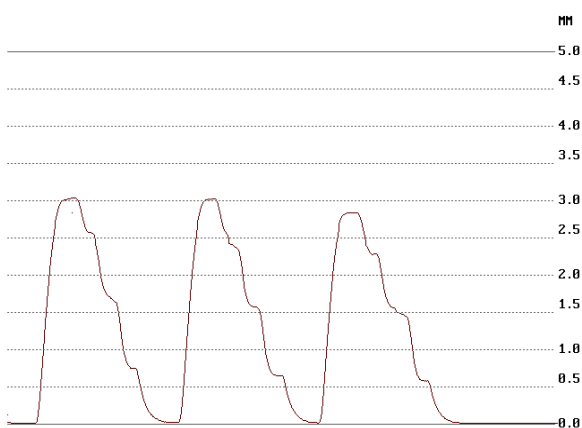


Рис. 1. Тарировка датчика деформации растяжения

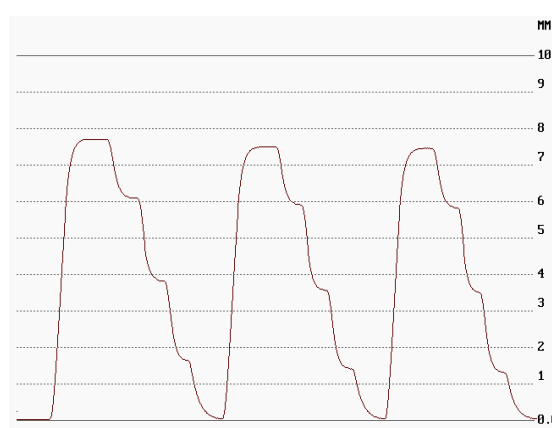


Рис. 2. Тарировка датчика деформации момента

Датчик: Сопротивление плеча $R_{пл.}=200$. Сопротивление полумоста $R_{н/м.}=400$ ом.

При тарировке датчика проводилось трехкратное изменение изгиба пластинки датчика на 3 мм.

Нагрузка: 0 мм $\rightarrow$ 3 мм. Разгрузка: 3 мм $\rightarrow$ 2.25 мм $\rightarrow$ 1.5 мм $\rightarrow$ 0.75 мм $\rightarrow$ 0 мм.

Максимальное отклонение графика от «нулевой» линии составило 3.06 мм.

Топаз: $\beta=10$. $k^o_{\text{раст. деф.}}=10.07$.

Датчик: Сопротивление плеча $R_{пл.}=200$. Сопротивление полумоста $R_{н/м.}=400$ ом.

При тарировке датчика проводилось трехкратное изменение изгиба пластинки датчика на 4 мм.

Нагрузка: 0 мм $\rightarrow$ 4 мм. Разгрузка: 4 мм $\rightarrow$ 3 мм $\rightarrow$ 2 мм $\rightarrow$ 1 мм $\rightarrow$ 0 мм.

Максимальное отклонение графика от «нулевой» линии составило 7.6 мм.

Топаз: $\beta=10$. $k^o_{\text{деф. мом.}}=11.12$.

На рис. 3 показано циклическое нагружение латунного образца. Образец нагружали до 0.5 т, разгружали до 0, нагружали до 1.5 т, разгружали до 0, нагружали до 3 т, разгрузили до 0.

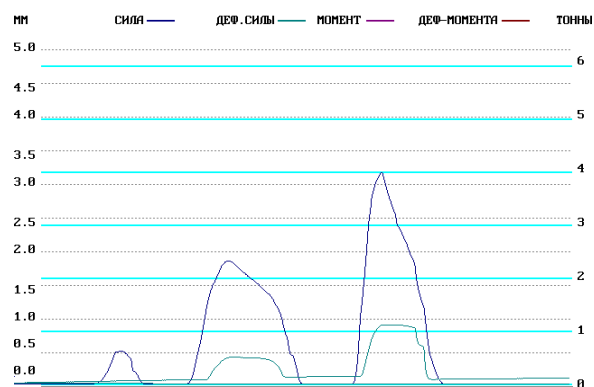


Рис. 3. Циклическое нагружение латунного образца.
Нагрузка – разгрузка: 0 → 0.5 т → 0 → 1.5 т → 0 → 3 т → 0

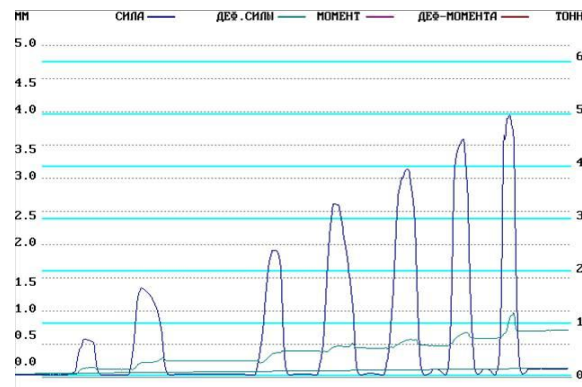


Рис. 4. Циклическое нагружение стального образца.
Нагрузка – разгрузка: 0 → 0.5 т → 0 → 1.5 т → 0 → 2.5 т → 0 → 3.5 т → 0 → 4 т → 0 → 4.5 т → 0 → 5 т → 0

На рис. 4 показано циклическое нагружение стального образца. Образец нагружали до 5 т с периодическими нагрузками и разгрузками. Сравнение последствий нагрузок на образцы из различных материалов показывает, что в стальном образце после нагрузки остаточная деформация составила порядка 0.09 мм, а в латунном – 0.02 мм.

Результаты опытов показали согласованность данных, полученных в экспериментах с данными других авторов [1 – 5]. Отклонения были за счет качества изготовления самих образцов, которые имеют разброс до 5 %. При этом модули упругости и диаграммы имели отклонения не более 8 %, что является для данной установки СН допустимой степенью точности.

В результате разработаны пути усовершенствования экспериментальных исследований и приведения установки СН к цифровому формату, а также проведены тестовые эксперименты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fleck N. A., Hutchinson J. W. A reformulation of strain gradient plasticity // Journal of the Mechanics & Physics of Solids. 2001. № 49. P. 2245 – 2271.
- [2] Мосолов А. Б., Динариев О. Ю. О траектории с угловыми точками в теории пластичности без поверхности текучести // Проблемы прочности. Киев, 1986. №10. С. 14 – 17.
- [3] Щелин В. В. Плоские процессы сложного упруговязкопластического нагружения и деформирования конструкционных материалов: Дис. ... канд. техн. наук. Тверь, 2009. – 135с.
- [4] Зубчанинов В. Г. Механика процессов пластических сред. М.: Физматлит, 2010. – 352с.
- [5] Babamuratov K. Sh., Abirov R. A. On physical reliability in the theory of plasticity // Strength of materials. Vol. 33. 2001. No 1. P. 1 – 7.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
им. М.Т. Уразбаева АН РУз

Дата поступления
20.02.2018

В.А. Галиаскаров, Ф. Адиллов, Р.А. Абиоров. Материалларни мураккаб юкланиш ҳолатидаги хусусиятларини экспериментал изланишларини модернизациялаш

Мазкур илмий мақолада экспериментал ускунани модернизациялаш учун олиб борилган тадқиқотлар ёритилган. Таҷрибалар икки жараёни ясси траекториялар бўйича олиб боришга мўлжалланган.

V.A. Galiaskarov, F. Adilov, R.A. Abirov. To modernization of experimental studies under complex loading
The modernization aspects of test facility machine for investigation of mechanical properties of material under complex loading are described in this issue.

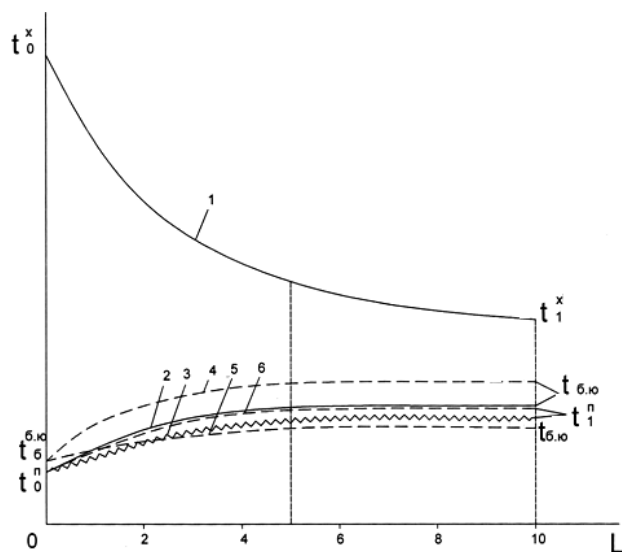
ҚҰРИТИШ БАРАБАНИ ЮЗАСИНИ ҚИЗИШ ТЕМПЕРАТУРАСИНИ ОШИРИШ

Пахтани куригиш барабанларини такомиллаштириш бўйича амалга оширилган тадқиқотлар асосида барабанни асосий кўрсаткичлари, диаметри, узунлиги ва ички мосламаларини ўлчамлари ҳамда ишлаш режимлари аниқланган бўлсада, пахтани куригиш жараёнида иссиқлик-намлик алмашуви етарли ўрганилмаган [1 – 3].

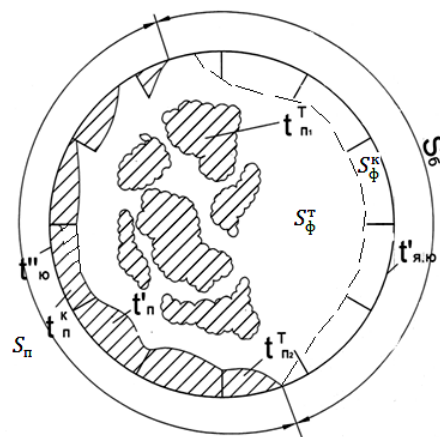
Куритиш барабанида «пахта-иссиқ ҳаво», «иссиқ ҳаво-барабан юзаси», «иссиқ ҳаво-пахта-барабан юзаси» ўртасида ўзаро иссиқлик алмашуви, «иссиқ ҳаво-пахта» ўртасида намлик алмашув жараёни амалга ошади. «Иссиқ ҳаво-пахта» иссиқлик алмашуви икки шароитда – пахта юқорида куракдан тушаётганда кўндаланг кесим юзаси ва барабан узунаси бўйлаб, ҳамда пахта барабан кураклари устида ётганда ташқи юзаси орқали, яъни иссиқ ҳаво ҳаракати йўналиши билан параллел ҳолда амалга ошади(1-расм).

Бунда ўзаро иссиқлик алмашув иссиқ ҳаво, пахта, барабан юзаси температуралари, иссиқ ҳаво ва пахтани барабан узунлиги бўйича тезликлари, пахта ва барабаннинг пахта билан банд бўлган ва пахтадан ҳоли бўлган юзалари қийматиға боғлиқ.

Ўтказилган тадқиқот натижалари асосида 2-расмда қуришти рабабанида иссиқ ҳаво, пахта ва рабабан юзаси температурасининг ўзгариш схемаси келтирилган бўлиб, унда ҳаво температура-си рабабанни биринчи ярмида, яъни 4 – 5 м узунлигигача тез пасаяди, сўнгра пасайиш секинлаша-ди. Уни температураси рабабан охирида пахта ва рабабан юзаси температурасидан юқори бўлади.



1- расм. Қуритиш барабанида ҳаво, пахта ва барабан юзаси температурасининг ўзгариш графикалари:
1 – ҳаво ; 2, 3 – пахта; 4, 5, 6 – барабан юзаси



2-расм. Барабан кўндаланг кесим юзаси

Барабан юзаси температураси ($t^{\bar{\delta},10}$) уч хил ҳолатда бўлиши мумкин. Биринчиси пахта температураси (t_n)дан катта ($t^{\bar{\delta},10} > t_n$), бунда барабан юзасида пахта қизийди, иккинчиси пахта температурасидан кичик ($t^{\bar{\delta},10} < t_n$), бунда пахта совийди, учинчиси температуралар тенг ($t^{\bar{\delta},10} = t_n$), бўлиши мумкин, бунда иссиқлик алмашуви бўлмайд.

Пахта температураси барабан юзаси температурасига қараб (2, 3 – эгри чизиклар) икки хил қонуният асосида ўзгариши мумкин. Агар ($t^{\delta,10} > t_n$) бўлса, уни температураси бир текис ўсиши мумкин, ёки 3 – эгри чизикда кўрсатилгандек ($t^{\delta,10} < t_n$) поғонасимон ўсиши мумкин, яъни пахта тушиш зонасида ҳаводан иссиқлик олиб температураси кўтарилади, куракларда тепага кўтарилишда, агар

барабан юзаси температураси $t^{б.ю}$ пахта температурасидан кичик бўлса ($t^{б.ю} < t_n$) пасаяди. Натижада пахта температураси «қизиш – совиш» цикли бўйича ўсади.

Пахта температурасини икки хил қонуният билан ўсишини ўзига хос афзалликлари бор. Агар $t^{б.ю} > t_n$ бўлса, пахта тез қурийди, лекин бунда рухсат этилган қизиш температурасидан ошиб кетмаслиги учун, юқори температурали ҳаво бериб бўлмайди. Агар $t^{б.ю} < t_n$ бўлса, бунда қуритиш жараёнини юқори температурада олиб бориш мумкин, бу пахтани қуришини тезлаштиради. Бу ерда камчилик тола ва чигит қизиши бир текис бўлмаслиги ва улар нотекис қуриши мумкин.

Шуни таъкидлаш керакки, барабанда пахта сифати бузилмаслиги учун уни температураси рухсат этилган максимал қизиш температурасидан ошмаслиги керак. Рухсат этилган максимал қизиш температураси тола ва техник чигит учун 70°C ни ташкил этади. Барабан юзаси температураси 70°C дан ортиқ бўлса, тола сифатига таъсири қандай бўлиши ўрганилмаган.

Пахта барабан юзасида қисқа муддат, 3 секунд ўзаро иссиқлик алмашувида бўлади, кейин ундан ҳам юқорироқ температурага эга бўлган ҳаво таъсирида бўлади, яъни уни температураси узлуксиз ошиб боради. Қуритиш юқори температураларда амалга оширилганда толани ортиқча қизиб кетиш ҳавфи ошади.

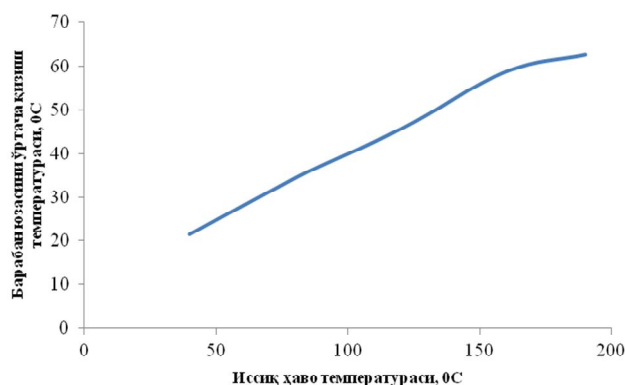
Қайд этилган масалаларга аниқлик киритиш учун пахтани турли хил температура режимида қуритишда тола, чигит ва барабан юзаларининг температураларини ўзгариш қонуниятларини ўрганиш талаб этилади.

Ишлаб чиқариш шароитида 2СБ-10 русумли қуритиш барабани юзаси, тола ва чигитни қизиш температураси ўрганилди. Бунинг учун турли намликдаги пахта 40° дан 190°C гача температурага эга бўлган иссиқ ҳаво ёрдамида қурилди. Қуритиш жараёнида тола, чигит ва барабан юзаси температураси узунлиги бўйича лазерли термометр ёрдамида аниқланди. Тажриба натижалари 1- жадвал ва 3-расмда келтирилган.

1- жадвал

Қуритиш барабани юзасини қизиш температураси

т/р	Пахтани бошланғич намлиги, %	Пахтани бошланғич ифлослиги, %	Қуритиш температураси, °C	Қуритиш барабани деворини қизиш температураси, °C					
				Барабан узунлиги, м					
				0	2	4	6	8	10
1	8.8	8.93	40	16	23	23	21	20	20
2	12.3	9.3	80	22	38	36	34	32	32
3	12.3	9.3	120	30	48	48	45	45	42
4	23.4	18.4	160	55	63	63	60	56	52
5	23.4	18.4	190	56	65	65	64	62	57

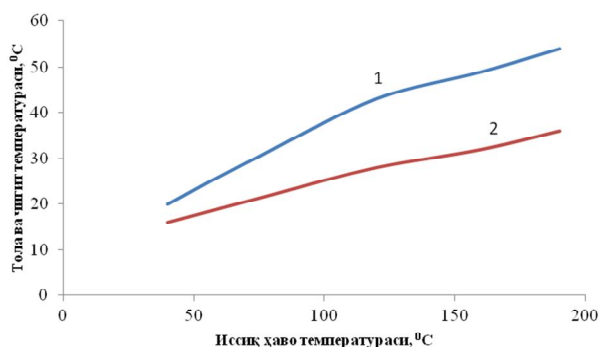


3-расм. Иссық ҳаво температурасини барабан юзасини қизишига таъсири

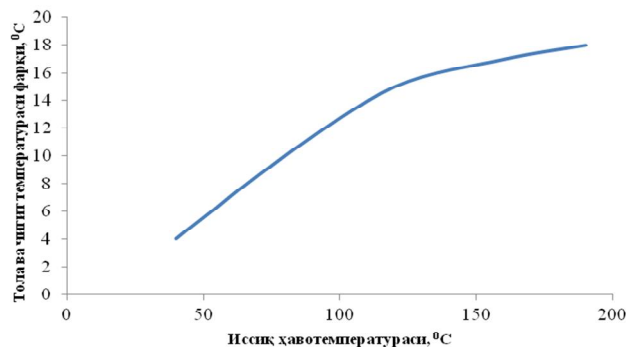
Натижалар иссиқ ҳаво температураси ошган сайин барабан юзасини температураси ҳам ошиб бориши, температуралар фарқи, яъни барабаннинг узунлиги бўйича қизиш нотекислиги ҳам 120°C гача ошиб бориши (5 дан 18°C гача), сўнгра эса камайиши (9°C гача) кузатилди. Барабан узунлиги бўйича юзасини қизиш температурасини ўзгариш характери бир хил бўлиб, 4-метригача ошиб бориши ва сўнгра пасайиши аниқланди.

Тажрибада қуритишдан кейинги тола ва чигит температуралари аниқланиб, натижаси 4 ва 5-расмларда келтирилган. Чигитни

қизиш температураси ўта секин бўлиб, иссиқ ҳаво температураси 190⁰С бўлганда 36⁰С га етади. Тола ва чигит температуралари фарқи 4⁰С дан 18⁰С гача бўлиб, толани температураси 54⁰С га етган.



4-расм. Иссиқ ҳаво температурасини тола ва чигит температурасига таъсири:
1 – тола температураси; 2 – чигит температураси



5-расм. Иссиқ ҳаво температурасининг тола ва чигит температуралари фарқига таъсири

Барабанда пахтани оладиган иссиқлик микдори қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$M_n C_n t_n = M_m C_m t_m + M_q C_q t_q = M_n B C_m t_m + M_n (1-B) C_q t_q$$

Ундан

$$t_n = \frac{B C_m t_m + (1-B) C_q t_q}{C_n} \quad (1)$$

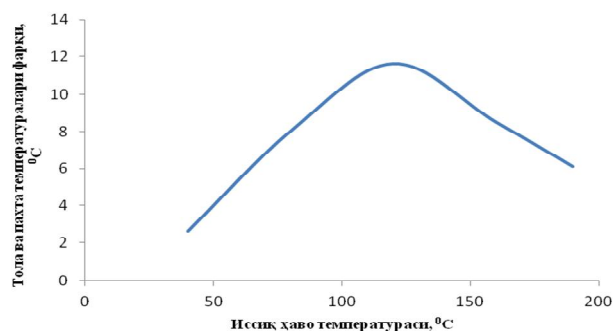
Бунда M_n – барабандаги пахта оғирлиги; B – пахтадан тола чиқиши; C_n, C_m, C_q – мос равишда пахта, тола ва чигитнинг иссиқлик сиғими; t_n, t_m, t_q – мос равишда пахта, тола ва чигит температуралари.

(1) – формула ёрдамида ҳисобланган пахта температуралари 2-жадвал ва 6 ва 7-расмларда келтирилган.

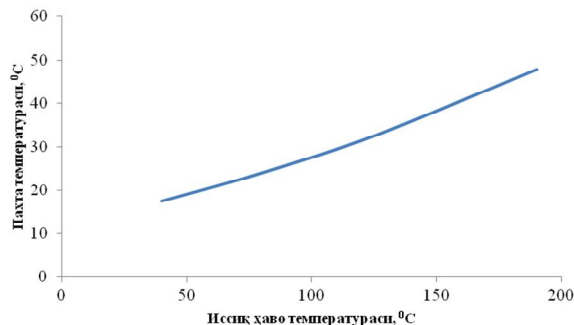
2-жадвал

Иссиқ ҳаво температурасининг пахта температурасига таъсири

№	Қуриштиш температураси, °C	Қурилган тола ва чигит температураси, °C			Иссиқлик сиғими, кДж/кг*°C			Пахта температураси, °C	Пахта ва тола температураси фарқи, °C
		тола, t_m	чигит, t_q	фарқи, $\Delta t_{m,q}$	пахта, C_n	тола, C_m	чигит, C_q		
1	40	20	16	4	1.7	1.40	1.7	17.4	2.6
2	80	32	22	10	1.75	1.45	1.73	24	8
3	120	43	28	15	1.8	1.48	1.76	31.4	11.6
4	130	44	29	15	1.83	1.76	2.11	36.6	7.4
5	160	49	32	17	1.85	1.79	2.15	40.5	8.5
6	190	54	36	18	1.86	1.82	2.35	47.8	6.1



6-расм. Иссиқ ҳаво температурасининг тола ва чигит температуралари фарқига таъсири



7-расм. Иссиқ ҳаво температурасининг пахтани қизиш температурасига таъсири

Олинган боғланишларнинг регрессия тенгламалари олинди. Пахта ва иссиқ ҳаво температуралари ўртасидаги боғланиш

$$y = -0.0004x^2 + 0.117x + 12.1 \quad (2)$$

Тола ва пахта температуралари фарқи билан иссиқ ҳаво температураси ўртасидаги боғланиш

$$y = -0.0013x^2 + 0.321x - 8.23 \quad (3)$$

Олинган натижалар барабанда ҳаво, пахта ва барабан юзаси ўртасидаги иссиқлик алмашуви жараёнларини ҳамда қуритишни иссиқлик хисобини амалга ошириш имконини беради.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Парпиев А. Основы комплексного решения проблем сохранения качества волокна и повышения производительности при предварительной переработке хлопка-сырца: Дис. ... докт.техн.наук. Кострома, 1990. – 482 с.
- [2] Садиков М. Обоснование параметров и режима работы питающих и внутренних устройств барабанной сушилки с целью интенсификации процесса сушки хлопка-сырца: Дис. ... канд.техн.наук. Ташкент, 1984. – 124 с.
- [3] Cotton: World statistics. Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, NV, November 2015.
- [4] Усмоноккулов А. Создание высокопроизводительной хлопкосушильной установки и технологии на основе интенсификации тепломассообменных процессов: Дис. ... докт. техн. наук. Ташкент, 2016. – 290 с.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

12.03.2018 й.
қабул қилинган

Ю. Купалова, А. Каюмов, Х. Пардаев. Повышение температуры нагрева поверхности барабанной сушилки
В статье приведены результаты теплообмена между воздухом и компонентами хлопка-сырца, а также поверхностью барабана, получены уравнения регрессии температуры их нагрева.

Yu. Kupalova, A. Kayumov, H. Pardayev. Increasing the surface temperature of the drum dryer
The article presents the results of heat exchange between air and raw cotton, as well as the surface of the drum are obtained the regression equations for their heating temperature.

УДК 667.21.021

А.З. МАМАТОВ, А.Х. КАЮМОВ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУШИЛКИ НА ШТАПЕЛЬНУЮ МАССОДЛИНУ ВОЛОКОН

Ценность волокна характеризуется его основными структурно-механическими свойствами, поэтому их изучение представляет большой научный и практический интерес.

Известно влияние длины волокна на прочность вырабатываемой пряжи [1]. Волокна сравнительно коротки, поэтому каждый миллиметр их длины приобретает большое значение.

При различной интенсивности нагрева и сушки компонентов хлопка-сырца в барабанных сушилках, а также последующей его очистке структура волокон претерпевает существенные изменения, которые, очевидно, приводят к изменению структурно-механических свойств.

Академиком АН РУз М.А. Хаджиновой [2] при экспериментальном изучении влияния температуры сушильного агента в процессе сушки доказано, что применение агента (сушильного) с температурой 200° и 260°С приводит к снижению прочности волокна соответственно на 11 и 27 %. Температурный режим процесса сушки должен быть таким, чтобы хлопок-сырец не нагревался свыше 100 – 110°С. Нагрев выше этого значения приводит и к изменению цвета волокна, и к снижению его прочности.

Допустимая максимальная температура нагрева компонентов материала обосновывается тем, что хлопок-волокно содержит на поверхности и внутри легкоплавкие жировосковые вещества.

В процессе сушки может нарушаться восковая оболочка волокон от воздействия высокой температуры, так как температура плавления воска 86°C . Поэтому рекомендуется сушку хлопка-сырца производить низкотемпературным теплоносителем.

По данным Т. Альфей [2], прочность волокна снижается на 40 % при его нагреве до 100°C . Другой исследователь В. m.G. Dobb [2. С. 30] указывает, что нагрев волокна при температуре 220°C с экспозицией в 30 мин приводит к увеличению кристалличности целлюлозы, а увеличение времени воздействия – к разрушению кристаллической решетки. В работе [3] отмечается, что даже кратковременное воздействие (7 – 30 с) температуры в 90° , 180° и 200°C приводит к структурным изменениям волокна различной степени, которое подвергается значительному увеличению плотности целлюлозы.

Противоречивость зависимостей, полученных различными авторами, объясняется, очевидно, различием условий сушки в опытах (в термостате, сушильном шкафу, специальных устройствах и т.д.) и несоответствием этих условий условиям конвективной сушки, применяемой в промышленности (значительное колебание температуры и влагосодержания в процессе сушки), на что указывают большие диапазоны выявленных предельных температурных режимов, а также тем, что не выявлено влияние исходного состояния (влажности, разрыхленности) хлопка-сырца на изменение структуры волокна, следовательно, выбору температурных режимов не придавалось преобладающего значения.

Таким образом, изучение и анализ исследований, посвященных установлению влияния сушки на качество волокна, показывает, что изменение качества волокна от теплового воздействия рассматривалось, в основном, в стационарных условиях, т.е. в условиях, не адекватных процессу сушки хлопка-сырца в производственных условиях и в барабанных сушилках с учетом последующих воздействий при переработке, очистке, джигировании хлопка-сырца. Следовательно, полученные зависимости не могут реально отражать влияние реальной сушки на качество волокна и семян.

Барабанные сушилки работают в режиме чередующегося нахождения хлопка-сырца во взвешенном состоянии под действием теплоносителя и в завале на лопастях. Сушка производится в переменных параметрах и влажности теплоносителя. Поэтому рекомендуемую температуру сушильного агента (например, $T=200^{\circ}\text{C}$) в лабораторных условиях или слоевых сушилках нельзя использовать в барабанных сушилках [2. С. 32]. Моделирование процесса сушки хлопка-сырца в барабанной сушилке в лабораторных условиях очень сложно.

Целью данной статьи являлось определение в производственных условиях влияния температуры сушильного агента в барабанной сушилке на штапельную массодлину волокна.

Исследование проводилось в сушилке 2СБ-10 при температуре сушильного агента 100 и 200°C , производительности 3.5 и 10 т/ч, на хлопке-сырце разновидности С-6524, II промышленного сорта, с исходной влажностью $W=10.5$ и 22.3% [4].

Эксперименты проводились методом математического планирования при одно-, двух- и трехкратной сушке. Критерием оптимизации (Y) была штапельная массодлина волокна, а в качестве факторов приняты исходная влажность хлопка-сырца (x_1), производительность сушилки по влажному хлопку-сырцу (x_2) и температура теплоносителя (x_3). Расход теплоносителя (горячего воздуха) составлял 20 тыс. м³/ч.

В таблице указаны уровни факторов, включенных в план эксперимента.

Факторы, включенные в план эксперимента, и уровни их варьирования

Обозначение	Наименование фактора	Уровни варьирования		
		-1	0	+1
X_1	Исходная влажность хлопка-сырца, %	10.5	16.4	22.30
X_2	Производительность сушильного барабана по влажному хлопку-сырцу P , т/ч	3.5	6.75	10.00
X_3	Температура теплоносителя T , $^{\circ}\text{C}$	100	150	200

Опыты проводились в трех повторностях. Высушенный хлопок-сырец очищали на очистительном агрегате УХК, затем подвергали джигированию (5ДП-130) и очищению волокна (1ВПУ). Из полученного волокна отобрали образцы для определения штапельной массодлины волокна.

Значимость коэффициентов регрессии проверена по критерию Стьюдента, а адекватность уравнения регрессии – по критерию Фишера [5].

Математическая обработка результатов позволила для каждой кратности сушки получить отдельные адекватные уравнения регрессии:

– для однократной сушки:

$$Y=33.565 + 0.015 x_1 + 0.01x_2 - 0.025x_3 + 0.01x_1x_3;$$

– для двукратной сушки:

$$Y=33.49 + 0.034x_1 + 0.044x_2 - 0.09x_3 + 0.029x_1x_3 + 0.029x_2x_3;$$

– для трехкратной сушки:

$$Y=33.39 + 0.59x_1 + 0.087x_2 - 0.17x_3 + 0.05x_1x_3 + 0.062x_2x_3.$$

Анализ полученных уравнений регрессии показывает, что все принятые факторы существенно влияют на выходной параметр либо самостоятельно, либо во взаимодействии.

Для анализа этих зависимостей проведен численный расчет выходного параметра при различных значениях основных факторов, которые представлены в виде графиков на рис. 1 – 3.

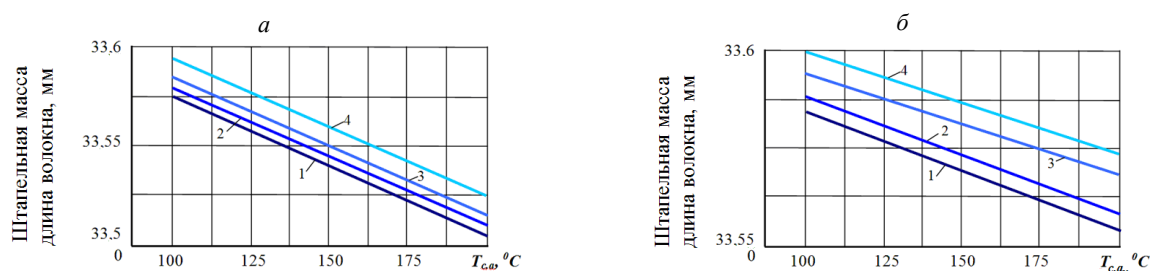


Рис. 1. Зависимость штапельной массы длины от температуры сушильного агента при исходной влажности $W_{x/c}=10.5\%$ (а) и $W_{x/c}=22.3\%$ (б) при однократной сушке хлопка-сырца: 1, 2, 3, 4 – соответственно при производительности 3.5; 5; 7 и 10 т/ч

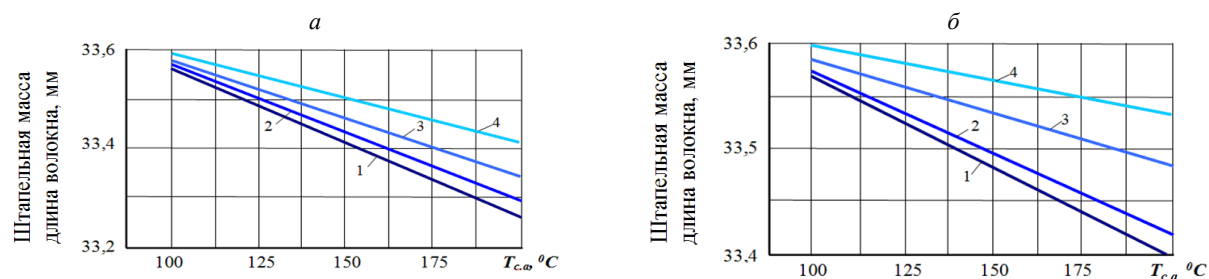


Рис. 2. Зависимость штапельной массы длины от температуры сушильного агента при исходной влажности $W_{x/c}=10.5\%$ (а) и $W_{x/c}=22.3\%$ (б) при двукратной сушке хлопка-сырца: 1, 2, 3, 4 – соответственно при производительности 3.5; 5; 7 и 10 т/ч

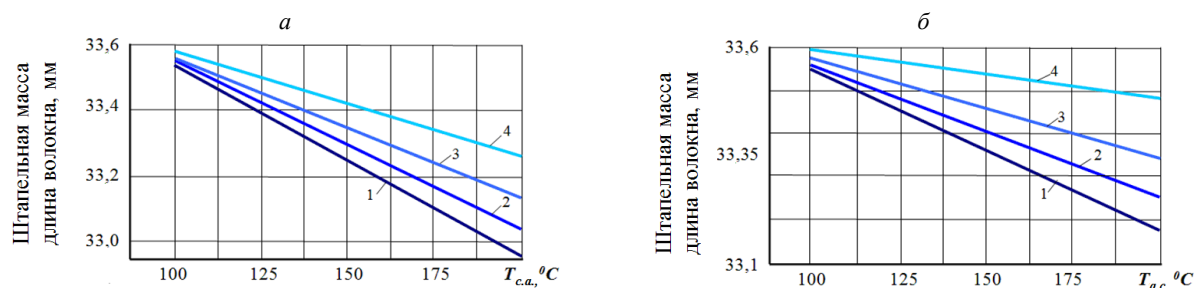


Рис. 3. Зависимость штапельной массы длины от температуры сушильного агента при исходной влажности $W_{x/c}=10.5\%$ (а) и $W_{x/c}=22.3\%$ (б) при трехкратной сушке хлопка-сырца: 1, 2, 3, 4 – соответственно при производительности 3.5; 5; 7 и 10 т/ч

Анализ полученных математических моделей показывает, что повышение температуры сушильного агента приводит к укорачиванию первоначальной штапельной массы длины, особенно

Полученные результаты можно использовать при выборе оптимальных режимов сушки хлопка-сырца.

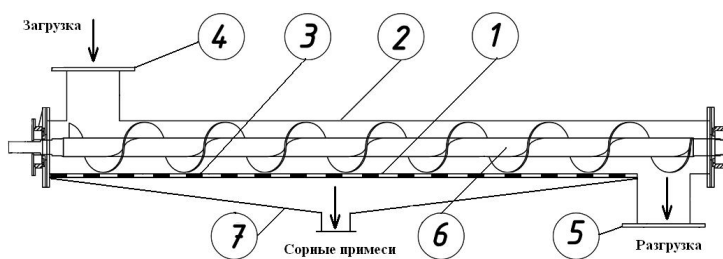
- [1] Ладынина Л. П., Кучерова Л. И. Влияние режимов сушки хлопка-сырца на свойства волокон, пряжи и процесс прядения // Тез. докл. Рига: ЛНИИТИ и технико-экономических исследований, 1980.
- [2] Парпиев А. П., Каюмов А. Х. Пахтани куритиш жараёнида қўлланиладиган температуранинг тахлилий шарҳи // ФарПИ илмий-техника журнали. Фарғона. 2017. № 1. Б. 29 – 34.
- [3] Edith Honold, Frederic R., Ondrers, James N. Crand Heating. Cleaning and mechanical processing effect and cotton, Partil; Fiber changes as measured by achali Centuge Test // Text Reas. 1983. N 1. P. 51 – 60.
- [4] Kayumov A. The influence of drying regimes in moisture of raw cotton and its components // Journal of Textile Science & Engineering. США, 2017. P. 1 – 4.
- [5] Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования процессов текстильной промышленности. М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007. – 346 с.

Дата поступления
12.03.2018

Илмий адабиётларда толанинг штапел масса узунлигига қуритиш ҳароратининг таъсир қилиши бўйича турлича мулоҳазалар мавжуд. Мақолада турли каррали қуритишда пахтанинг бошланғич намлиги, қуритгичнинг унумдорлиги ва қуритиш агенти ҳароратининг тола штапел масса узунлигига таъсир қилиш боғлиқлиги аниқланган.

In the scientific literature, there are various opinions about influence of the drying temperature on the staple mass of the length of the fibers. In the article the regularities on the change in the staple mass of the fibers length from the initial moisture content of raw cotton, the productivity of the drier and the temperature of the drying agent at the different drying time determinant.

Разработанный винтовой конвейер (рис. 1) состоит из желоба 1, нижняя часть которого имеет форму полуцилиндра, закрытого сверху крышкой 2. Нижняя цилиндрическая часть желоба имеет отверстие 3 для удаления сорных примесей, выделяемых в ходе транспортировки. Причем, эти отверстия выполнены



89

наклонными относительно оси вращения винта конвейера. Крышка имеет в левой части входное отверстие 4, а желоб 1 – в правой части выходное отверстие 5, внутри желоба 1 установлен винтовой вал 6. Для отвода удаленных сорных примесей снизу желоба 1 установлен наклонный лоток 7.

Разрабатываемый винтовой конвейер работает следующим образом. Насыпной груз – хлопковые семена подаются в желоб 1 через входное отверстие 4 в крышке 2 и при вращении винта 6 продвигаются скольжением вдоль желоба 1, проталкиваемые рабочей поверхностью вращающегося винта 6 к выходному отверстию 5. Выделенные сорные примеси удаляются с помощью наклонного лотка 7.

Для обеспечения равномерной работы разработанного винтового конвейера необходимо решить следующие задачи:

- изучить динамические характеристики и нахождение рациональных параметров с использованием уравнения движения машинного агрегата привода винтового конвейера;
- установить значения неравномерности вращения винтового шнека и пути снижения потребляемой мощности электродвигателя, при которых обеспечивается равномерный режим движения рабочих органов винтового конвейера.

Для обоснования этих параметров необходимо исследовать динамику машинного агрегата винтового конвейера.

При анализе динамики машинных агрегатов решаются задачи снижения динамических нагрузок на звенья механизма, обеспечения необходимых режимов движений механизма под действием сил путем регулирования режимов движения и динамических параметров машинного агрегата [2].

Машинные агрегаты следует рассматривать с учетом электромагнитных переходных процессов в двигателе, математически описываемых системой дифференциальных уравнений [3].

В работе А. Джураева [4] рассмотрены вопросы динамики на основе теоретико-экспериментальных исследований, рабочих механизмов сушилок, очистителей крупного и мелкого сора, волокна, линтеров, валичных и пильных джинов и т.п.

В работе [5] установлено, что неравномерное вращение пильного цилиндра может привести к ухудшению процесса дженирования и повреждению волокон.

Основными кинематическими параметрами машинного агрегата винтового конвейера являются частота вращения винтового шнека, момента сопротивлений на перьях шнека и потребляемая мощность электродвигателя.

Кинематическая схема винтового конвейера приведена на рис. 2. Винтовой конвейер состоит из электродвигателя 1 (4А100С4УПУЗ, $N=3$ кВт; $n=1460$ об/мин), приводных ремней 2, 3, редуктора 4 (УРШ 2.8/1500, $i=13.985$), муфты 5, шнека 6 (диаметр винта $\varnothing 300$, шаг винта 300; $n=80$ об/мин).

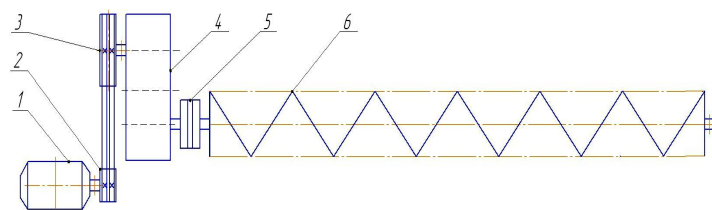


Рис. 2. Кинематическая схема винтового конвейера:
1 – электродвигатель – 4А100С4УПУЗ, $N=3$ кВт; $n=1460$ об/мин;
2 – шкив ведущий $\varnothing 100$; 3 – шкив ведомый $\varnothing 130$; 4 – редуктор
УРШ 2.8/1500, $i=13.985$; 5 – муфта; 6 – шнек – диаметр винта $\varnothing 300$,
шаг винта 300; $n=80$ об/мин

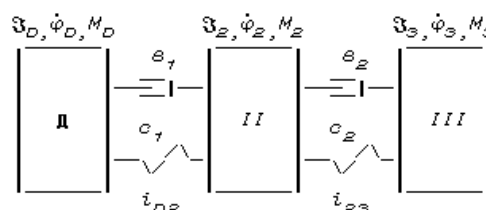


Рис. 3. Динамическая модель винтового конвейера

Для нахождения закона изменения частоты и неравномерности вращения ротора электродвигателя и винтового шнека в зависимости от упруго-диссипативных параметров муфты, момента инерции электродвигателя, момента инерции и сопротивления винтового шнека при различных их значениях используем уравнения Лагранжа II рода, как в работах [2 – 5], при составлении уравнения движения машинного агрегата винтового шнека.

Расчетная схема машинного агрегата представлена на рис. 3. Здесь Д – асинхронный двигатель; b_1 , c_1 – соответственно коэффициенты диссипации и жесткости ременной передачи; II –

редуктор; b_2, c_2 – соответственно коэффициенты диссипации и жесткости муфты; III – винтовой шнек.

При составлении дифференциальных уравнений винтового конвейера воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_i} \right] - \frac{\partial T}{\partial \varphi_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_i} = Q[\varphi_i], \quad (1)$$

где T – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная энергия системы; Φ – диссипативная функция системы; φ – обобщенная координата; $\dot{\varphi}$ – обобщенная скорость; $Q[\varphi_i]$ – обобщенная сила.

Привод винтового конвейера включает ременную передачу и муфту. Для данной системы привода справедливы следующие кинематические соотношения:

$$i_{D2} = \dot{\varphi}_D / \dot{\varphi}_2, \quad i_{23} = \dot{\varphi}_2 / \dot{\varphi}_3, \quad (2)$$

где $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3$ – угловые скорости ротора двигателя, входного вала редуктора и винтового шнека, c^{-1} ; i_{D2}, i_{23} – передаточные отношения системы.

За обобщенные координаты принимаем угловые перемещения $\varphi_D, \varphi_2, \varphi_3$ и скорости вращающихся масс винтового конвейера $\dot{\varphi}_D, \dot{\varphi}_2, \dot{\varphi}_3$. Кинетическая энергия привода имеет следующий вид:

$$T = \frac{\mathfrak{I}_D \cdot \dot{\varphi}_D^2}{2} + \frac{\mathfrak{I}_2 \cdot \dot{\varphi}_2^2}{2} + \frac{\mathfrak{I}_3 \cdot \dot{\varphi}_3^2}{2}. \quad (3)$$

Потенциальная энергия винтового конвейера представляет собой однородную квадратичную форму обобщенных координат и записывается в виде

$$\Pi = \frac{1}{2} \cdot [c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D2} \cdot \varphi_2)^2 + c_2 \cdot (\varphi_2 - i_{23} \cdot \varphi_3)^2]. \quad (4)$$

Диссипативная функция системы выражается в виде

$$\Phi = \frac{1}{2} \cdot [\mathfrak{e}_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D2} \cdot \dot{\varphi}_2)^2 + \mathfrak{e}_2 \cdot (\dot{\varphi}_2 - i_{23} \cdot \dot{\varphi}_3)^2]. \quad (5)$$

Определим члены Лагранжевых уравнений:

а) частные производные по перемещениям от потенциальной энергии:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_D} &= c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D2} \cdot \varphi_2) \\ \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_2} &= -c_1 \cdot i_{D2} \cdot (\varphi_D - i_{D2} \cdot \varphi_2) + c_2 \cdot (\varphi_2 - i_{23} \cdot \varphi_3) \\ \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_3} &= -c_2 \cdot i_{23} \cdot (\varphi_2 - i_{23} \cdot \varphi_3) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

б) частные производные по перемещениям от диссипативной функции:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_D} &= \mathfrak{e}_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D2} \cdot \dot{\varphi}_2) \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_2} &= -\mathfrak{e}_1 \cdot i_{D2} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D2} \cdot \dot{\varphi}_2) + \mathfrak{e}_2 \cdot (\dot{\varphi}_2 - i_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_3} &= -\mathfrak{e}_2 \cdot i_{23} \cdot (\dot{\varphi}_2 - i_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

г) частные производные по скоростям от обобщенных координат:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_D} = \mathfrak{I}_D \cdot \dot{\varphi}_D, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_2} = \mathfrak{I}_2 \cdot \dot{\varphi}_2, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3} = \mathfrak{I}_3 \cdot \dot{\varphi}_3; \quad (8)$$

д) дифференцирования по времени:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_D} \right) = \mathfrak{I}_D \cdot \ddot{\varphi}_D, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_2} \right) = \mathfrak{I}_2 \cdot \ddot{\varphi}_2, \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_3} \right) = \mathfrak{I}_3 \cdot \ddot{\varphi}_3; \quad (9)$$

е) обобщенные силы:

$$Q_D(\varphi_D) = M_D, \quad Q_2(\varphi_2) = -M_2, \quad Q_3(\varphi_3) = -M_3. \quad (10)$$

Подставив определенные члены (3-10) Лагранжевых уравнений (1), получим дифференциальные уравнения движения машинного агрегата привода винтового конвейера в следующем общем виде:

$$\left. \begin{aligned} J_D \cdot \ddot{\varphi}_D &= M_D - c_1 \cdot (\varphi_D - i_{D2} \cdot \varphi_2) - b_1 \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D2} \cdot \dot{\varphi}_2), \\ J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 &= c_1 \cdot i_{D2} \cdot (\varphi_D - i_{D2} \cdot \varphi_2) + b_1 \cdot i_{D2} \cdot (\dot{\varphi}_D - i_{D2} \cdot \dot{\varphi}_2) - \\ &\quad - c_2 \cdot (\varphi_2 - i_{23} \cdot \varphi_3) - b_2 \cdot (\dot{\varphi}_2 - i_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_2, \\ J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 &= c_2 \cdot i_{23} \cdot (\varphi_2 - i_{23} \cdot \varphi_3) + b_2 \cdot i_{23} \cdot (\dot{\varphi}_2 - i_{23} \cdot \dot{\varphi}_3) - M_3; \end{aligned} \right\}. \quad (11)$$

Асинхронный двигатель учитывается в виде динамической характеристики, предложенной И.С. Пинчуком [3]:

$$\dot{M}_D = 2 \cdot M_k \cdot \omega_c - 2 \cdot M_k \cdot P \cdot \dot{\varphi}_D - \omega_c \cdot S_k \cdot M_D, \quad (12)$$

где M_D – движущий момент двигателя, Н·м; M_k – критический момент двигателя, Н·м; ω_c – круговая частота сети питающего двигателя, с^{-1} ; P – число пар полюсов двигателя; $\dot{\varphi}_D$ – угловая скорость вала двигателя, с^{-1} ; S_k – критическое скольжение ротора двигателя.

Для решения системы уравнений (11) и (12) использован численный метод Рунге – Кутты для дифференциального уравнения второго порядка в виде $S = d^2 S / dt^2 = F(t, S, S')$, имеющего погрешность $\varepsilon \approx \Delta t^4$, которая реализовалась с помощью следующих шагов [6]:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= h \cdot F(t_i, S_i, S'_i), \\ K_2 &= h \cdot F\left(t_i + \frac{h}{2}, S_i + \frac{h}{2} \cdot S'_i + \frac{h}{8} \cdot K_1, S'_i + \frac{K_1}{2}\right), \\ K_3 &= h \cdot F\left(t_i + \frac{h}{2}, S_i + \frac{h}{2} \cdot S'_i + \frac{h}{8} \cdot K_2, S'_i + \frac{K_2}{2}\right), \\ K_4 &= h \cdot F\left(t_i + h, S_i + h \cdot S'_i + \frac{h}{2} \cdot K_3, S'_i + K_3\right), \\ S_{i+1} &= S_i + h \cdot \left[Y_i + \frac{1}{6} \cdot (K_1 + K_2 + K_3) \right], \\ S'_{i+1} &= S'_i + \frac{1}{6} \cdot (K_1 + 2 \cdot K_2 + 2 \cdot K_3 + K_4). \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Перед началом вычислений уравнения (11 – 13) задавались шагом h и начальными условиями: $t_o = 0$ с; $M_D = 19.62$ Н·м; $\varphi_D(t_o) = 0^\circ$; $\dot{\varphi}_D(t_o) = 152.89$ с^{-1} ; $\varphi_2(t_o) = 0^\circ$; $\dot{\varphi}_2(t_o) = 117.14$ с^{-1} ; $\varphi_3(t_o) = 0^\circ$; $\dot{\varphi}_3(t_o) = 8.38$ с^{-1} .

Для исследования машинного агрегата винтового конвейера экспериментально определены момент инерции электродвигателя ($\mathfrak{I}_D = 1.81 \cdot 10^{-3}$ кг·м²), редуктора ($\mathfrak{I}_2 = 0.01$ кг·м²), винтового шнека ($\mathfrak{I}_3 = 0.7$ кг·м²) методом разгона, технологическая нагрузка, действующая на вал редуктора

($M_2=10$ Н·м), винтового шнека ($M_3=23.5$ Н·м), и далее экспериментально-расчетным путем жесткость ременной передачи [7] ($c_1=37.73$ Н·м/рад), муфты ($c_2=922.6$ Н·м/рад) и коэффициент диссипации ременной передачи [8] ($\sigma_1=0.221$ Н·м·с/рад) и муфты ($\sigma_2=4.755$ Н·м·с/рад).

Исследование уравнений движения машинного агрегата винтового конвейера (11) велось при следующих действительных параметрах системы: двигатель 4A100S4УПУЗ, $N=3$ кВт; $n=1460$ об/мин; $M_K=39.24$ Н·м; $M_H=M_K/2=19.62$ Н·м; $f_c=50$ Гц; $\mathfrak{I}_D=1.81 \cdot 10^{-3}$; $\mathfrak{I}_2=0.01$; $\mathfrak{I}_3=0.7$ кг·м²; $b_1=0.221$; $b_2=4.755$ Н·м·с/рад; $c_1=37.73$; $c_2=922.6$ Н·м/рад; $M_2=10$; $M_3=23.5$ Н·м; $i_{D2}=1.3$; $i_{23}=13.99$.

На ЭВМ проведено изучение изменения потребляемой мощности электродвигателя и неравномерности вращения винтового шнека в зависимости от момента сопротивлений и инерции винтового шнека, упруго-диссипативных параметров ременных передач и муфты при уменьшении и увеличении на 90 % их значений от действительных параметров винтового конвейера (рис. 4–6).

На основании проведенных численных исследований машинного агрегата винтового конвейера можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением значений момента сопротивлений редуктора (M_2) увеличивается потребляемая мощность электродвигателя с 0.20 до 10.05 кВт (рис. 4, а), а неравномерность вращения электродвигателя – с $4.8 \cdot 10^{-4}$ до $1.0 \cdot 10^{-3}$ (рис. 4, б).
2. С увеличением значений момента сопротивлений винтового шнека (M_3) увеличивается потребляемая мощность электродвигателя с 0.019 до 0.386 кВт (рис. 4, а), а неравномерность вращения электродвигателя – с $4.8 \cdot 10^{-4}$ до $8.2 \cdot 10^{-4}$ (рис. 4, б).

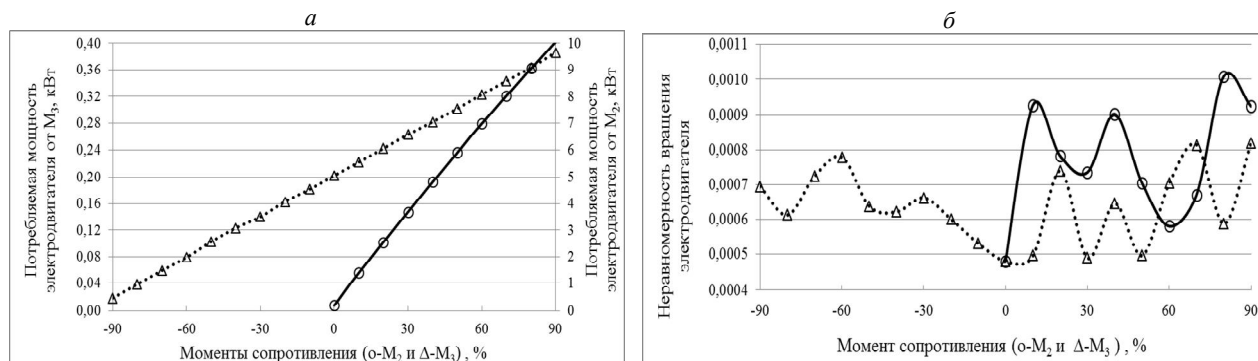


Рис. 4. Изменение потребляемой мощности (а) и неравномерности вращения (б) электродвигателя в зависимости от момента сопротивлений редуктора (M_2) и винтового шнека (M_3)

3. С увеличением значений момента инерции редуктора ($\mathfrak{I}_2$) увеличивается потребляемая мощность электродвигателя с 0.2019 до 0.2025 кВт (рис. 5, а), а неравномерность вращения электродвигателя – с $3.85 \cdot 10^{-4}$ до $7.6 \cdot 10^{-4}$ (рис. 5, б).

4. С увеличением значений момента инерции винтового шнека ($\mathfrak{I}_3$) увеличивается потребляемая мощность электродвигателя с 0.2019 до 0.2026 кВт (рис. 5, а), а неравномерность вращения электродвигателя снижается с $9.04 \cdot 10^{-4}$ до $3.17 \cdot 10^{-4}$ (рис. 5, б).

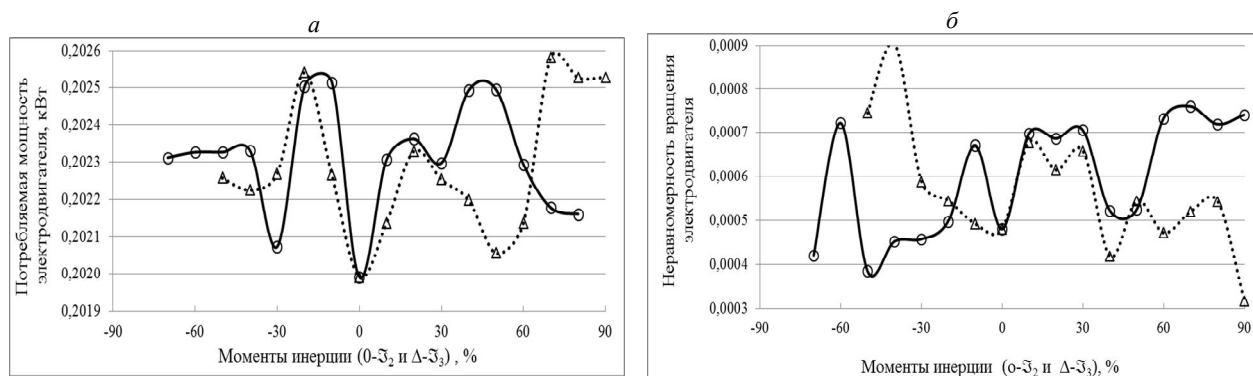


Рис. 5. Изменение потребляемой мощности (а) и неравномерности вращения (б) электродвигателя в зависимости от момента инерции редуктора ($\mathfrak{I}_2$) и винтового шнека ($\mathfrak{I}_3$)

5. С увеличением значений упруго-диссипативных параметров ременной передачи (c_1) увеличивается потребляемая мощность электродвигателя с 0.2013 до 0.2025 кВт (рис. 6, а), а неравномерность вращения электродвигателя – с $2.19 \cdot 10^{-5}$ до $2.48 \cdot 10^{-4}$ (рис. 6, б).

6. С увеличением значений упруго-диссипативных параметров муфты (c_2) увеличивается потребляемая мощность электродвигателя с 0.2007 до 0.2028 кВт (рис. 6, а), а неравномерность вращения электродвигателя снижается с $2.63 \cdot 10^{-4}$ до $1.41 \cdot 10^{-4}$ (рис. 6, б).

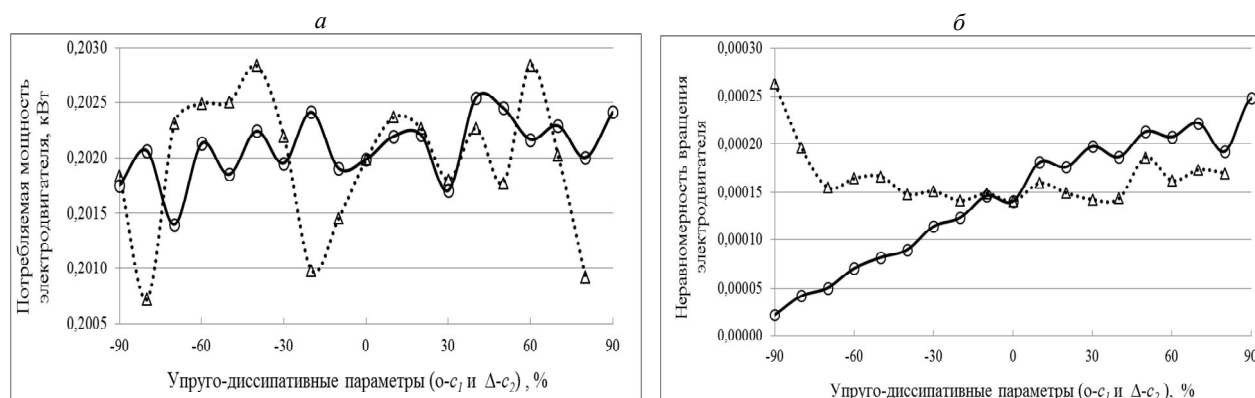


Рис. 6. Изменение потребляемой мощности (а) и неравномерности вращения (б) электродвигателя в зависимости от упруго-диссипативных параметров ременной передачи (c_1) и муфты (c_2)

В целом было установлено, что для уменьшения потребляемой мощности электродвигателя необходимо снизить моменты сопротивлений (редуктора, винтового шнека) и упруго-диссипативных параметров ременной передачи (до 70 %). Для снижения неравномерности вращения электродвигателя необходимо снизить упруго-диссипативные параметры ременной передачи (до 70 %) и увеличить момент инерции винтового шнека (до 40 %).

В результате использования рекомендованных параметров понизились неравномерность вращения ротора электродвигателя с 0.000140 до 0.000052 (37.11 %) при низком увеличении потребляемой мощности электродвигателя с 0.20199 до 0.20221 кВт (0.1 %).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Патент РУз FAP 01141 “Винтовой конвейер”/Абдугаффаров Х.Ж., Сафаев А.А., Янгибоев И.Б. // Давлат патент идораси. Расмий ахборотнома. Тошкент, 2016. № 10. Б. 64 – 65.
- [2] Вейц В.Л., Коловский М.З., Кочура А.Е. Динамика управляемых машинных агрегатов. М.: Наука, 1984. – 318 с.
- [3] Пинчук И.С. Переходные процессы в асинхронных двигателях при периодической нагрузке // Электричество. М., 1957. № 9. С. 27 – 30.
- [4] Джураев А. Моделирование динамики машинных агрегатов хлопкоперерабатывающих машин. Ташкент: Фан, 1984. – 128 с.
- [5] Мухаммадиев Д.М. Исследование неравномерности вращения пыльного цилиндра джина 5ДП-156 при различных характеристиках асинхронного электродвигателя // Журнал «Вестник КрасГАУ». Россия, Красноярск, 2008. №1. С. 236 – 241.
- [6] Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке БЕЙСИК для персональных ЭВМ. М.: Наука, 1987. – 240 с.
- [7] Ривин Е.И. Динамика привода станков. М.: Машиностроение, 1966. – 204 с.
- [8] Справочник. Динамика машин и управление машинами / Под ред. Крейнина Г.В. М.: Машиностроение, 1983. С. 39 – 42.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
им. М.Т.Уразбаева АН РУз

Дата поступления
09.01.2018

Д.М. Мухаммадиев, Х.Ж. Абдугаффаров. Винтли конвейер машина агрегатининг ишчи органлари ҳаракатини тадқиқ қилиш

Мақолада винтли конвейер кинематик схемаси асосида унинг машина агрегат кўринишидаги динамик модели қурилган. Олиб борилган тадқиқотлар винтли конвейер узатмаларининг эластик-диссипатив параметрлари, айланувчи массаларнинг инерция моментлари ва қаршилиқ моментларининг энергетик кўрсаткичларига – электродвигатель қувват сарфига ҳамда винтли шнекнинг нотекис айланишига таъсири аниқланган.

D.M. Muxammadiev, H.J. Abdugaffarov. Study of movement of working bodies of machine unit of screw conveyor

In the paper built a dynamic model of the machine aggregate the screw conveyor based on kinematic scheme. Studies have established the influence of the elastic-dissipative parameters of the drive, the moment of inertia of a rotating mass and moment of resistance of the screw conveyor on energy performance of the screw conveyor - the power consumption of the motor and uneven rotation of the screw.

УЎК677.021.151.23.004.4

Н.Б. МУҚИМОВ

НОТЕКИС НАМЛАНГАН ТОЛАНИ САҚЛАШ МУДДАТИНИ УНИ РАНГИГА ТАЪСИРИ

Давлат стандарти О'ЗДСТ: 2001 "Пахта толаси техник шартлар" [1] ва "Пахтани дастлабки ишлашни мувофиқлаштирилган технологияси ПДИ 70-2017" [2] бўйича пахта толасини шиббалашдан олдинги намлиги 5 – 8.5 % бўлиши керак. Тола намлигининг 5 % дан кам ёки 8.5 % дан юқори бўлган ҳар 1 % учун нархидан 0.5 % чегирма олинади. Технологик жараёнда тола намлигини 5 %дан 7 %гача ошиши уни эгилувчанлиги, механик таъсирга чидамлилигини оширади. Тойлаш жараёнида 1.3 баробар сарф харажатларни камайтиради, той вазнини оширади.

Республика ташқи иқтисодий алоқалар инвестиция ва савдо вазирлиги маълумотида кўра, тола намлигини 5%дан кам бўлиши натижасида тола нархидан чегирма ҳисобига 2012-йилда 25.2 млрд.сўм, 2013-йилда 24.3 млрд.сўм, 2014-йилда эса 11.1 млрд.сўм зиён бўлди. Ишлаб чиқарилаётган толани ўртача намлиги 4.5 – 5 % бўлиб, қўшимча 2 – 3.5 % намлаш талаб этилади.

Пахта ва толани намлаш бўйича бир қатор тадқиқотлар [3 – 5] амалга оширилган бўлиб, уларнинг тавсиялари бўйича, УВТ, УХВ, УВШ, ППВА, русумли намлагичлар ишлаб чиқилган. Ушбу намлагичларни пахта тозалаш корхоналарида ишлатиш тажрибаси қуйидаги камчиликларни кўрсатди.

- Пахтани жинлаш жараёнидан олдин намланганда, нам пахтани сепаратор тўрларига тикилиши, жин ускунасини барқарор ишлашини бузилиши, уни иш унумдорлиги ҳамда, тола тозалаш самарадорлиги пасайиши кузатилди. Намлаш самарадорлиги 0.2 – 0.3 % ни ташкил этди.

- Толани жинлашдан кейин, тола шиббалашгача бўлган нуқталарда намлаш усулларида тола қатламлари нотекис намланиши натижасида тойланган толаларни ранги сарғайиши, тола узаткич қувурлари ва конденсорнинг тўрли юзаларига хас-чўп, тола қисмлари ёпишиб қолиши, тикилишлар вужудга келиши аниқланди. Намлаш самарадорлиги 0.5 – 0.6 %дан ошмади.

Хорижий намлаш ускуналарининг таҳлили [6 – 8] уларда ҳам намлаш самарадорлиги пастлиги, толани фақат юза қисми намланиши, намлаш жараёни нотекис амалга ошишини ҳамда намлагичларни ўлчамлари катта бўлганлиги туфайли улардан фойдаланиш тавсия этилмаганлигини кўрсатди.

Кейинги йилларда пахта ва толани намлашни янги ускуналари ишлаб чиқилган бўлиб, уларда намлаш самарадорлиги мос равишда 0.4 ва 0.5 %ни ташкил этади [5].

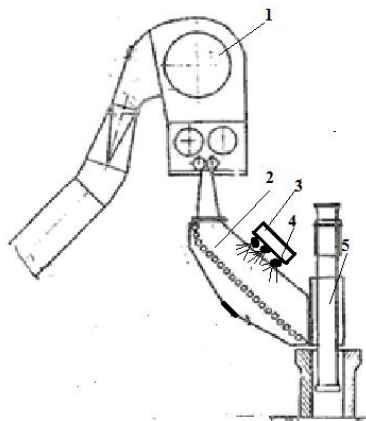
Адабиётлар таҳлили пахта тозалаш корхоналарида асосан толани конденсордан кейин тола узатиш тарновида сув буғи ёрдамида намлаш қўлланилаётганини кўрсатди (1-расм).

Толани шиббалаш яшигига узатиш цикл шаклида бўлиб, шиббалаш плитаси тепага кўтарилганда тола узатилиб, плита пастга тушаётганда тўхтатилади. Тола узатиш тўхтатилганда буғ пуркаш трубаesi тагида турган тола кўпроқ намланади, намлик нотекислиги пайдо бўлади. Толани пресслаб сақлашда тола қатламларида намлик қайта тақсимланади. Лекин намлик юқори бўлган жойда микроорганизмлар ривожланиб, тола сифатига айниқса унинг рангига таъсир этиши мумкин. Толанинг намлиги юқори бўлган жойдан кам бўлган қатламига қанча тез тарқалса, шунча микроорганизмлар фаолияти сустлашади. Шунинг учун нотекис намланган тола прессланиб, сақланиш жараёнида уни рангини ўзгаришини аниқлаш долзарб муаммо ҳисобланади.

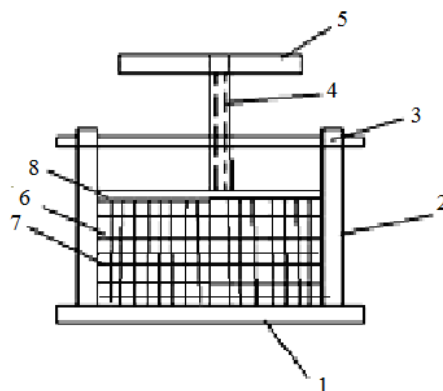
Таъкидлаш керакки [5] тадқиқот ишида толани турли намликларида (8.6 %дан 17.5 %гача) сақлаш муддатини тола рангига салбий таъсир этиши аниқланган бўлиб, тола оқишлиги пасайиши ва сарғишлиги ошиши аниқланган. Лекин ушбу тадқиқотда толани намлиги сақлашда бир текис бўлган ва у аниқ ҳолатни акс эттира олмайди.

Шу сабабли намлаш нотекислигини тола рангига таъсири ўрганилди. Бунинг учун тола қатлами тўрли сим ёрдамида 7 та қисмга ажратилиб уларни 4- қавати намланди ва пресс ёрдамида прессланди. 2-расмда тола пресси ва тола қатламлари схемаси келтирилган.

Пресслаш мосламаси пресс таянчи 1, пресслаш плитасини вертикал ҳаракатини таъминловчи стерженлар 2, прессловчи плита 3, юқори ва пастга ҳаракатланувчи резбали стержень 4, стерженни айлантирувчи ручка 5дан иборат, бўлиб у қуйидагича ишлайди. Тола қатлами пресс таянчи 1 га қўйилади сўнгра ручка 5 айлантириш ҳисобига прессловчи плитани ҳаракатга келтирилиб, тола прессланади.



1-расм. Тола узатиш тарновида намлаш схемаси:
1 – тола конденсори; 2 – тола узатиш тарнови;
3 – сув буғи трубаси; 4 – буғ пуркаш трубаси;
5 – тола шиббалаш плитаси



2-расм. Тола пресслаш мосламаси:
1 – пресс таянчи; 2 – стерженлар;
3 – пресс устки плитаси; 4 – резбали стержень;
5 – стерженни айлантирувчи ручкалар; 6 – тола;
7 – тўрли юза; 8 – прессловчи плита

Тола зичлиги 350 кг/м^3 га чиқарилди. Тажриба учун С65-24 1|I нав тола ишлатилди. Ундан 50 грдан 7та тортиб намуна олиниб симли тўрли юзага қўйилди, сўнгра тепадан 4-қавати сув пуркагич ёрдамида намланди. Қўшимча пуркаладиган сув миқдори қуйидаги формула ёрдамида аниқланди.

$$\Delta M = \frac{(W_2 - W_1)}{W_2}, \quad (1)$$

бунда M – олинган намуна оғирлиги, ($M=50$ гр); W_1 , W_2 – мос равишда толани намлангандан кейин ва олдинги намликлари.

Олинган толани бошланғич намлиги 4.42% бўлиб унга 10 гр сув пуркалди массаси 50 гр бўлган толани абсолют куруқ массаси қуйидаги формула билан аниқланди.

$$W = \frac{M_1 - M_{\kappa}}{M_{\kappa}} * 100 \text{ бундан } M_{\kappa} = \frac{M_1}{1 + \frac{W}{100}} = 100 \frac{M_1}{100 + W} = 100 \frac{50}{100 + 4.42} = 47.9.$$

Намуналар тўрли юзалар билан биргаликда тортилди, сўнгра прессланиб ёнларидан намлик буғланиб чиқмаслиги учун салафанга ўралиб сақлашга қўйилди ва ҳар 1; 2; 36 ва 48 соатдан кейин оғирликлари, намлиги аниқланди, ҳамда тола рангини ўзгариши ўрганилди.

Тажриба натижалари жадвалда келтирилган бўлиб, 48 соатдан кейин ҳам тола намлиги қаватлар бўйича бир текис ҳолатига келмаганлигини кўрсатди. Намланган қаватда тола намлиги 1 ва 2 соатлардан кейин тез пасайган, 26.3% дан 20.3 ва 15.5% гача камайган, сўнгра намлик ҳаракати тола қаватлари бўйича ўта секинлашгани аниқланган.

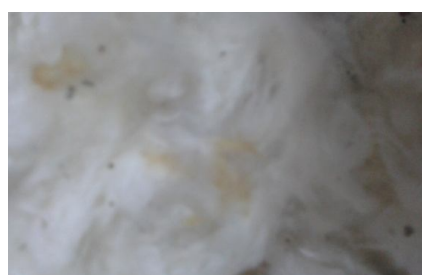
Толани намлаш кўрсаткичлари

Намуна №	Сетка оғирлиги, г	Сетка билан тола оғирлиги, г	Толани бошланғич намлиги миқдори m_0	Намланиш вақти, соат											
				1				2				12			
				$M_{ум1}$	m_1	M_0+m_1	W	$M_{ум2}$	m_1	M_0+m_1	W	$M_{ум3}$	m_1	M_0+m_1	W
1	29.050	79.050	2.1	79.05	0	0	4.38	79.19	0.14	2.24	4.7	79.39	0.2	2.44	5.1
2	29.713	79.713	2.1	79.90	0.195	2.295	4.8	80.07	0.17	2.435	5.1	80.298	0.22	2.65	5.5
3	32.451	82.451	2.1	83.40	0.953	3.053	6.4	84.21	0.81	3.863	8.1	84.534	0.32	4.183	8.7
4	34.712	84.712	12.1	92.33	2.378	9.722	20.3	90.03	2.3	7.422	15.5	88.514	1.523	5.9	12.3
5	28.641	78.641	2.1	79.63	0.995	3.095	6.5	80.47	0.83	3.93	8.2	80.863	0.382	4.312	9.0
6	30.460	80.460	2.1	80.69	0.235	2.335	4.9	80.89	0.19	2.53	5.3	81.14	0.25	2.78	5.8
7	30.237	80.237	2.1	80.23	0	2.10	4.38	80.38	0.15	2.25	4.7	80.537	0.15	2.4	5.0
Намуна №	Сетка оғирлиги, г	Сетка билан тола оғирлиги, г	Толани бошланғич намлиги миқдори m_0	Намланиш вақти, соат											
				24				36				48			
				m_1	M_0+m_1	W	$M_{ум2}$	m_1	M_0+m_1	W	$M_{ум3}$	m_1	M_0+m_1	W	
1	29.050	79.050	2.1	79.49	0.1	2.54	5.3	79.56	0.07	2.61	5.4	79.59	0.03	2.64	5.5
2	29.713	79.713	2.1	80.458	0.16	2.81	5.9	80.538	0.08	2.88	6.0	80.578	0.04	2.92	6.1
3	32.451	82.451	2.1	84.654	0.12	4.30	9.0	84.704	0.05	4.353	9.1	84.774	0.07	4.423	9.1
4	34.712	84.712	2.1	77.714	0.8	5.1	10.6	77.314	0.40	4.770	9.8	77.014	0.3	4.4	9.1
5	28.641	78.641	2.1	80.993	0.14	4.45	9.3	81.053	0.06	4.392	9.2	81.133	0.08	4.472	9.1
6	30.460	80.460	2.1	81.31	0.17	2.95	6.2	81.39	0.08	3.03	6.3	84.44	0.05	3.08	6.4
				80.647	0.11	2.55	5.3	80.707	0.06	2.61	5.4	80.737	0.03	2.64	5.5

бунда m_0 – толадаги бошланғич намлик миқдори, гр; $M_{ум}$ – толани сетка билан биргаликдаги оғирлиги, гр; m_1 – намуна оғирлигини камайиши, гр; W – тола намлиги, %.



а



б

3–расм. Намланган толани кейинги ўзгариши: а–24 соатдан; б – 48 соат

3-расмда намланган 4-тола қатламини рангини ўзгариши келтирилган бўлиб, бошланғич намлиги 26.5% бўлган тола қатламида 24 соатдан кейин майда сариқ доғлар (а) ҳосил бўлиб, 48 соатдан сўнг сариқ доғлар катталашган. Бироздан сўнг эса қуюклашиб кенгайиши (б) кузатилди. Ушбу ҳолат тола намланишини нотекислигини уни сақлаш жараёнида тола сифатига таъсирини чуқурроқ ўрганиш кераклигини кўрсатади.

АДАБИЁТЛАР

- [1] ЎЗДСТ604:2001 “Волокно хлопковое“. Технические условия. Тошкент. “Пахтасаноатилм” маркази, 2012 й.
- [2] Пахтани дастлабки ишлашни мувофиқлаштирилган технологияси ПДИ 70-2017: “Ўзпахтасаноатэкспорт”, Тошкент 2017.
- [3] Никитин Р. П. “Исследование методов совершенствования процесса увлажнения хлопкового волокна перед прессованием: Дис. канд.техн. наук. Ташкент, 1978. С. 43 – 47.
- [4] Зоиров В. А., Зулъфанов С. З. Влияние паро-воздушной смеси под давлением на процесс увлажнения волокна // Журнал «Хлопковая промышленность». 1979. №3. С. 12 – 14.
- [5] Гуляев Р. А. Разработки нового способа увлажнения хлопкового волокна перед прессованием. Дис. канд. техн. наук. Ташкент, 2004.
- [6] Патент США. № 2. 867. 851 класса 19-66 Apparatus for humidifying seed cotton/O MitchelandW. Freeman /13.01.59 г.

- [7] Патент США. № 3. US 2009/0249582 A1, класс 19-66. Method, apparatus and system for adding moisture . cotton fibers during the cotton ginning process / Donold Van doom. 8 октября 2009.
- [8] Патент США. № 4 103 397, класс 19-66 Lint slide grid humidifier/ Samuel G. Jackson. Оpubл. 1 августа 1978.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

12.03.2018 й.
кабул қилинган

Н.Б. Мукимов. Влияние срока хранения неравномерно увлажненного волокна на его внешний вид
В статье проанализировано состояние увлажнения волокон на хлопкоочистительных заводах. Приведены результаты опытов по определению влияния неравномерности увлажнения на внешний вид волокна при хранении.

N.B. Mukimov. Influence of storage time on the color of unevenly moistened raw cotton fiber
The article analyzes the testing of moistened fibers on cotton ginning plants, the results of experiments on the humidity of uneven moisture on the appearance of the fiber during storage are also found.

УЎК 677. 021.125

Н.А. НАВРУЗОВ, И. ШАМСИЕВ

ЖИН ИШЧИ КАМЕРАСИДА ХОМ–АШЁ ВАЛИГИ ТАРКИБИНИ ЎЗГАРИШ ДИНАМИКАСИ

Пахта тозалаш корхоналарида асосан ДП-130, 4ДП-130, 5ДП-130 ва ДПЗ-180 русумли жин ускуналари ишлатилаётган бўлиб уларни конструкцияларида унчалик катта фарқ йўқ. Маҳаллий ва хорижий давлатларда фойдаланилаётган жин ускуналарини ишлатиш тажрибаси, уларнинг асосий камчилиги толасизланган чигитларни ўз вақтида ишчи камерадан чиқиб кетмасдан уни ўртасига тўпланиб қолиши (хом ашё валиги оғирлигининг 50% гача), натижада хом ашё валиги зичлиги ошиб кетиши, толада нуксонли аралашмаларни пайдо бўлишидан иборат эканлигини кўрсатди.

Олимлар томонидан [1 – 4] пахтани жинлашни хом ашё валигининг паст (нормал) зичлигида амалга оширишни таъминловчи ускуналарни ишлаб чиқиш бўйича илмий-амалий тадқиқотлар амалга оширилган бўлсада, уларни натижалари муаммони ҳал эта олмади. Бунинг асосий сабаби – улар томонидан амалга оширилган тадқиқотлар асосан имконияти деярли ишлатиб бўлинган жинлаш технологияси асосида олиб борилганлигидир. Ушбу ҳолат пахтани жинлаш жараёнини имконияти кенгроқ бўлган янги технологияларини ишлаб чиқиш йўналишида кўпроқ тадқиқотлар ўтказиш лозимлигини кўрсатмоқда.

Маълумки, ўрта толали пахталарни жинлаш жараёнида қисман толаси ажратилган чигитлар ишчи камерада узоқ вақт қолиб кетади. Бу эса жинлаш ускунасининг иш унумдорлигига ва толанинг сифат кўрсаткичларини пасайишига олиб келади бундан ташқари толаси тўлиқ ажратилмаган чигитларнинг чигит тароғи орасидан чиқиб кетиш жараёни ҳам содир бўлади.

Тадқиқотчилар томонидан жин ишчи камерасига тушган чигитли пахта ишчи валикда 6 – 7 марта айлангандан сўнг унинг ички қисмига кириб кетади деб хулоса қилинган [5, 6].

Г.И. Мирошниченко [7] илмий ишларида хом ашё валигини зичлиги 550 – 600 кг/м³ га етганда сиқувчи кучларни хаддан ташқари ўсиши натижасида хом ашё валигини айланиши тўхтайди ва жинлаш жараёни амалга оширилмайди деб хулоса келтирган. Хом ашё валигини зичлигини ошиб кетмаслиги учун толасизланган чигитларни ўз вақтида ишчи камерадан чиқариб олиш муаммосини ҳал этиш лозим.

Бир қатор тадқиқотчилар томонидан жин ишчи камерасидан толасизланган чигитларни қўшимча чиқариш мосламалари таклиф этилган бўлиб, улар асосан толасизланган чигитларни ишчи камера марказига тўпланади деган ғояга асосланган. Лекин уларни ишлатиш яхши самара бермади ва толасизланган чигитларни ўз вақтида жин ишчи камерасидан чиқариш муаммоси ҳал этилмади. Муаммони ҳал этиш учун биринчи навбатда ишчи камерада чигит ҳаракати ва тақсимланишини билиш керак.

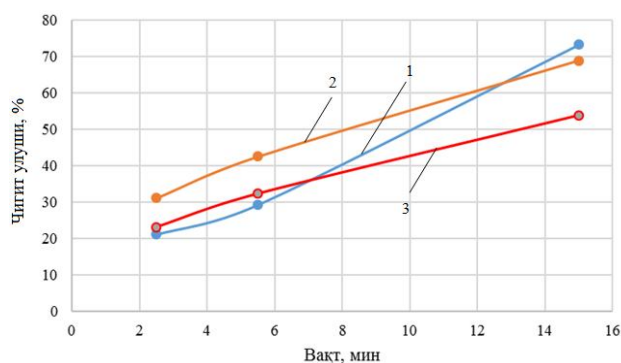
Ушбу мақсадда ишлаб чиқариш шароитида чигитларни ишчи камера кўндаланг кесими бўйича тақсимланиши ўрганилди. Бунинг учун Чинобод пахта тозалаш корхонасида 4ДП-130

русумли аррали жин пахта билан тўлдирилиб ишга туширилди сўнгра 2.5 – 5 ва 15 минутдан сўнг ишчи камеранинг олдинги фартуги ечиб олиниб, хом ашё валигидан махсус тайёрланган мослама ёрдамида 100 мм қалинликда намуна қирқиб олинди ва хом ашё валиги қўндаланг кесим юзасида, марказдан 160 мм диаметрда, 160 дан 300 мм ли диаметрда ва ундан ортиқ қисмларида турли тоифадаги толасизланган, толаси ён деворларида, халаза (чигитни ясси учи) микропил (чигитни ўткир учи) қисмида қолган чигитлар тақсимланиши ўрганилди. Олинган хом ашё кесимларидан турли тоифадаги чигитлар ажратиб олиниб оғирлик улушлари аниқланди.

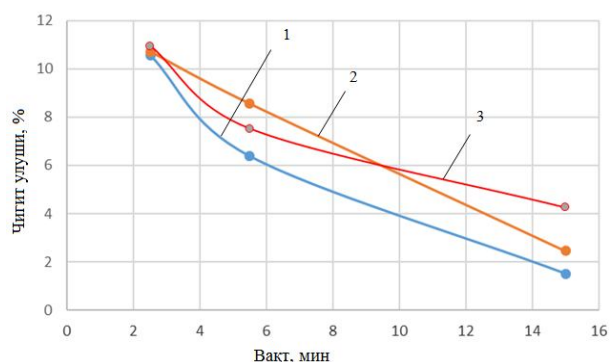
1-расмда диаметри 160, 300 ва 300 мм дан юқори бўлган ишчи камера ҳажмида толасизланган чигитларни жойлашиши ва нисбатан улуши қанча фоизни ташкил қилиши кўрсатилган.

Таҳлилдан энг кўп туксизланган чигитлар диаметри 160 мм ли хом ашё валигини марказий қисмида жойлашганини кўрсатди. Бу қисмида жойлашган чигитларни хом ашё валигидан чиқиб кетиши қийин ва улар хом ашё валигида узок муддат қолиб кетади.

Тажрибани бошланишида 2.5 минут ўтгандан сўнг олинган намуналар таҳлилидан кўриниб турибдики, энг кўп толасизланган чигитлар хом ашё валигини марказидан 300 мм диаметр қатламида жойлашганлиги улар 31.15 % ташкил этиши, шу вақтда 160 мм ва 300 мм дан катта бўлган қатламларда эса деярли бир бирига яқин миқдорда бўлганлиги кузатилмоқда. Улар 21.11 ва 23.19 % эканлиги аниқланган.



1-расм. Хом ашё валигидаги толасизланган чигитлар улушини хом ашё валиги диаметрлари бўйича ўзгариши:
1 – диаметр $d=160$ мм; 2 – диаметр $d=160-300$ мм;
3 – диаметр $d > 300$ мм



2-расм. Толаси ён томонида қолган чигитларни вақт бўйича ўзгариши: 1 – диаметр $d=160$ мм;
2 – диаметр $d=160-300$ мм; 3 – диаметр $d > 300$ мм

Тажрибада 5.5 минутдан сўнг ҳам ушбу нисбат деярли ўзгармагани, лекин туксизланган чигитларни миқдори 160 мм диаметрда 29.27 % ни, 300 мм ли қисмида 42.52 % ва 300 мм дан ишчи камера деворига бўлган масофада 32.35 % гача ошгани кузатилди.

Тажрибани 15 минутдан сўнг олинган намуналарини таҳлилида эса 160 мм диаметрда туксизланган чигитлар миқдори қолган қатламларга нисбатан кўп – 73.28 % ни, 300 мм ли қатламда эса 68.9 % ва 300 мм дан ишчи камера деворларига гача бўлган масофаларда эса 53.84 % ташкил қилганини кузатишимиз мумкин.

Вақт ўтиши билан жин хом ашё валигини таркибидаги туксизланган чигитлар ортиб бориши кузатилмоқда бу ўз навбатида аррали жиннинг тола бўйича иш унумини пасайишига ва хом ашё валигини зичлиги ва массасини ортиб боришига олиб келади.

Хом ашё валигини зичлиги ва массаси ортиши натижасида аррали валга тушадиган юклама ортади ва бу истемол қилинадиган электр энергия сарфини ортишига олиб келади.

Тўлиқ толасизланмаган, лекин толаси фақат ён томонида қолган чигитларни ҳам таҳлил қилиб кўрилганда қуйидаги графикларга эга бўлдик (2-расм).

2-расмдан кўриниб турибдики бошланғич 2.5 минутда толаси ён томонида қолган чигитлар хом ашё валигини барча қатламларида деярли бир хил, хом ашё валигини 10 фоизини ташкил этди.

Хом-ашё валигининг диаметри 160 мм ли қисмини олиб қараганда 5.5 минутдан сўнг бу қатламда ён томонида тола қолган чигитлар 10.58 % дан 6.38 % га қадар камайгани ва 15 минутдан сўнг у 1.51 % ни ташкил этиши кузатилди. 300 мм ли қатламида эса деярли вақт ўтиши бўйича

тўғри чизик бўйлаб пасайиши, 5.5 минутдан сўнг 10.78 % дан 7.53 % га, 15 минутдан кейин эса 2.46 фоизни ташкил этган.

Хом ашё валигини ташқи қатламида толаси ён томонида қолган чигитлар бошқа қатламларга нисбатан камайиши бир хил эмас, яъни 15 минутдан сўнг у 4.26 % ни ташкил этган.

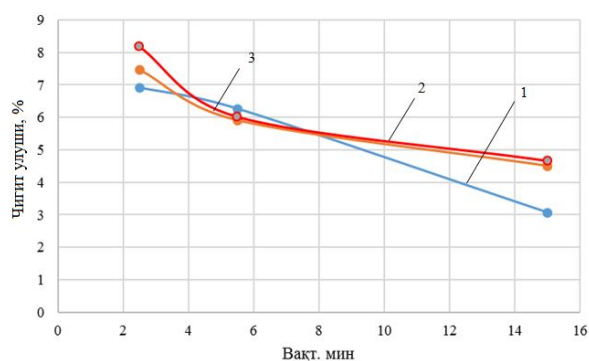
Ён томонида толаси қолган чигитлар миқдори вақт ўтиши билан камайиб боради ва улар ўртача ҳисобда хом ашё валигини 2–3 % ни ташкил этади.

Хом ашё валигини қатламлари бўйича таҳлили ишчи камерани диаметри 160 мм ли қисмида, қолган қатламларга нисбатан халазада (яъси учи қисмида) қолган толали чигитлар кам миқдорда эканлиги ва диаметри 300 мм ли ва ундан катта қатламда уларни миқдори деярли бир хилда ўзгариши кузатилди (3-расм).

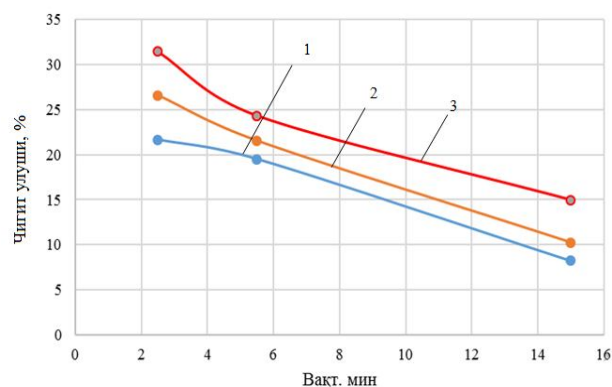
Ишчи камерани диаметри 160 мм ли қисмида эса 2.5 минутда хом ашё валигини 6.91 % ни, 15 минутдан сўнг эса у 3.06 % ни ташкил қилган бўлса, 300 мм ли ва 300 мм дан катта қисмларида 2.5 минутдан сўнг мос равишда 7.47 ва 8.19 %, 5.5 минутдан сўнг 5.91 ва 6.02 % ни ва 15 минутдан сўнг улар 4.5 ва 4.65 % ни ташкил этди.

Тажриба натижаларидан кўриниб турибдики, халаза қисмида қолган толали чигитлар бир хилда ўзгармоқда.

Толаси микропил (ўткир учи) қисмида қолган чигитлар қатламлар бўйича вақт давомида бир маромда камайиши кузатилди (4-расм).



3-расм. Толаси халаза қисмида қолган чигитлар миқдорини вақт бўйича ўзгариши: 1-диаметр $d=160$ мм; 2-диаметр $d=160-300$ мм; 3-диаметр $d>300$ мм



4-расм. Толаси микропил қисмида қолган чигитларни вақт бўйича ўзгариши: 1-диаметр $d=160$ мм; 2-диаметр $d=160-300$ мм; 3-диаметр $d>300$ мм

Хом-ашё валигини маркази яъни 160 мм ли диаметрида 2.5 минутда толаси микропил қисмида қолган чигитлар 21.63 % ва у 15 минутдан сўнг 2.5 баробар камайиб кетган ва у 8.25 % ни ташкил қилди.

Хом-ашё валигини 300 мм ли ҳамда 300 мм дан ишчи камера деворларига бўлган қатламларида ҳам 2.5 минутдан сўнг мос равишда 26.56 % ва 31.44 % ни ташкил этган бўлса, 15 минутдан сўнг 10.24 ва 14.95 % га камайган.

Тажриба натижаларидан кўриниб турибдики хом ашё валигини қатламлар бўйича асосий массасини толасизланган чигитлар ва толаси микропил қисмида қолган чигитлар ташкил этади. Толаси микропил қисмида қолган чигитлар кўп миқдорда қолиши, чигит аррага кўп миқдорда ён томони билан дуч келишини кўрсатади, микропил қисмидан толани ажралиши эса қийин кечади.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, жинлаш жараёнида хом ашё валигида чигитни жойлашув ҳолати уни асосан ён томони билан арра тишига дуч келишига олиб келади, натижада чигитни ён деворида жойлашган толалар олдин ажралади. Чигитни уч қисми (микропил) арра тиши билан кам учрашганлиги сабабли ундаги толалар секинлик билан ажралади ва қолдиқ тола қолади.

Толасизланган чигитлар хом ашё валигини кўндаланг кесимининг барча қисмида бўлиб вақт давомида марказда тўпланади ва уларни ишчи камерадан чиқиб кетиши қийинлашади.

Тажриба натижалари чигитни хом ашё валигида арра тишига нисбатан жойлашув ҳолатини вақт ўтиши билан ўзгармаслигини кўрсатди, шу сабабли чигитни арра тишига нисбатан жойлашув ҳолатини вақт давомида ўзгартириб туришини таъминловчи қўшимча мосламалар ишлаб чиқиш эҳтиёжи мавжуд.

- [1] Котов Д. А., Болдинский Г. И. О выделении семян из сырцового валика пыльного джина. Сборник научных трудов ТТИ. Вып. XVIII. Ташкент, 1964. С. 67–76.
- [2] Тилляев М. Т. Исследование влияния ускорителя вращения сырцового валика на основные показатели процесса дженирования: Дис...канд.техн.наук. Ташкент: ТИТЛП, 1974.–150 с.
- [3] Тютин П. Н., Ибрагимов А. С. Интенсификация процесса пыльного дженирования путем осуществления дополнительного семявыделения из рабочей камеры джина// ЎзР ОЎМТВ, ТТЕСИ, Илмий мақолалар тўплами. V қисм. Тошкент. 1998. 106–112 б.
- [4] Собиров И. Қ. Влияние плотности сырцового валика на технологические показатели пыльного дженирования: Дис. ... канд.техн.наук. Ташкент: ТИТЛП, 1998. –159 с.
- [5] Ed Hughes, Greg Holt, Ross Rutherford. Saw Gin Stands // The Journal of Cotton Science. 2017. №21. P. 60–69.
- [6] Кан В. С. К вопросу выбора режима пыльного дженирования: Дис...канд.техн.наук. Ташкент: ТТИ, 1968. –154 с.
- [7] Мирошников Г. И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972. –335 с.

Тошкент тўқимачилик ва энгил саноат институти

12.03.2018 й.
қабул қилинган

Н.А. Наврузов, И. Шамсиев. Динамика изменения состава сырцового валика в рабочей камере джина

В статье приводится анализ структурного состава сырцового валика пыльного джина. Выявлено изменение по времени пребывания оголенных семян и семян с косичками в сырцовом валике.

N.A. Navruzov, I. Shamsiev. Dynamics of changes in the composition of raw roller gin in the working chamber

In the article is given the analysis of the structural composition of the working camera of saw gin. The changes in the it was revealed time of bare seeds and pigtail seeds in a raw roller was detected.

УДК 677.021.125.7.004.4

А. ПАРПИЕВ, И. СОБУРОВ, Н. МУҚИМОВ

ЮҚОРИ НАМЛИКДАГИ ПАХТАЛАРНИ МАРКАЗЛАШТИРИЛГАН ХОЛДА ҚУРИТИШ

Пахтани дастлабки ишлашнинг муқобиллаштирилган технологияси (ПДИ70-2017) [1] талаби бўйича ҳар бир пахта тайёрлаш масканларида қуритиш тозалаш цехлари бўлиши, иккитадан қуритиш барабани ва пахта тозалагичлари ўрнатилиши, уларда юқори намликдаги пахталар қуритилиб, қисман тозаланиб, сўнгра ғарамланиши кераклиги белгиланган.

Афсуски, кейинги йилларда технологик регламент талабларига амал қилинмаслик натижасида, пахта тозалаш корхонасидан ташқарида жойлашган тайёрлаш масканларида қуритиш тозалаш цехлари олиб ташланди. Натижада фермерлардан қабул қилинган пахта намлиги юқори бўлса ҳам, қурилмасдан ғарамланиб, сақлашга қўйилмоқда ва ҳаво билан шамоллатиш ҳисобига ўз-ўзидан кизишини олди олинисига ҳаракат қилинмоқда.

Тажрибалар [2, 3] юқори намликдаги пахталарни ҳаво сўриш ҳисобига сақлашда сифатини сақлаб қолиш имконияти юқори эмаслигини кўрсатди. Натижада уларни сақлашда сифати пасайиши, тола ранги ўзгариши, куйган ва пуч чигитлар пайдо бўлиши кузатилди. Сақланган юқори намликдаги пахталарни ишлаб чиқаришга узатишда, уларни намлиги 14%дан юқори бўлганлиги сабабли, тозалаш цехларига ўрнатилган қуритиш барабанларида қурилганда пахта намлиги технологик регламент меъёри 8-9%дан юқори бўлиб, қайта ишланганда олинадиган тола синфи, сифати пасайиши “ифлос” ва “оддий” синф тола олинисига олиб келмоқда.

Муаммони ҳал қилиш учун қабул қилиб олинган юқори намликдаги пахтани тайёрлов масканларига ғарамламасдан махсус пахта ташиш тиркамасига ёки автопоездларга жамланиб, пахта тозалаш корхонаси қошидаги пахта тайёрлов масканларига жўнатиб, уларни марказлаштирилган ҳолда қуритиш, тозалаш ва сўнгра сақлаш мумкин.

Юқори намликдаги пахтани марказлаштирилган ҳолда пахта тозалаш корхонасида қуритиш ва сақлашни қуйидаги афзалликлари мавжуд:

- Пахтани сақлашдан олдин қуритиб намлигини пасайтирилиши ҳисобига тола ва чигит сифатини тўлиқ сақлаш имконияти яратилади.

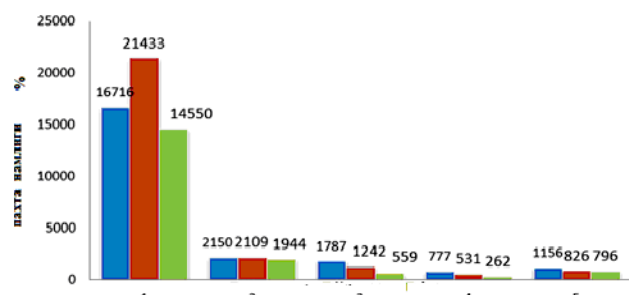
- Пахтани пахта тозалаш корхонасидан ташқарида жойлашган пахта тайёрлаш масканларида ғарам майдонларига ғарамлаш сарф-харажатлари (пахтани ғарам майдонига узатиш, шиббалаш, тоннел казиш, пахта ғарамини бузиш, тележкларга жойлаштириш) қисқаради.

- Пахта тозалаш корхонасида қабул қилинаётган юқори намликдаги пахтани кунлик миқдори ошганлиги туфайли пахтани ғарамлаш вақти кескин қисқаради. Тоннел казиб ҳаво сўришни ўз вақтида амалга ошириш имконияти яратилади.

Марказлаштирилган ҳолда пахтани қуритишни ташкил этиш учун қуйидаги масалаларни ҳал этиш керак бўлади.

- Юқори намликдаги пахталарни кунлик қабули миқдори, намлик ва ифлослигини аниқлаш;
- Пахтани қуритиш ва тозалаш ускуналарини танлаш, уларни суткалик пахта ва намлик бўйича иш унумдорлигини аниқлаш, пахтани бошланғич намлигига қараб қуритиш режимини танлаш;

Ушбу масалаларни ҳал қилиш учун Шахрихон, Чинобод ва Асака пахта тозалаш корхоналарида юқори намликдаги пахталарни тайёрлаш ҳолати ўрганилди.

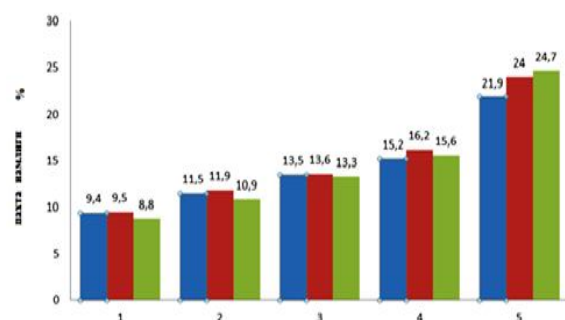


1 – расм. Тайёрланган пахта миқдори: 1, 2, 3, 4, 5 – пахта нави
■ – Чинобод; ■ – Шахрихон; ■ – Асака

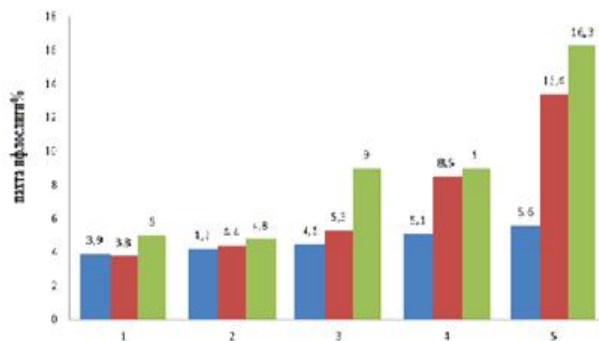
1, 2, 3-расмларда пахта тозалаш корхоналарида тайёрланган пахта миқдори, намлиги ва ифлослиги келтирилган.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида [4 – 6] намлиги 17 % гача бўлган пахтани ғарамдан ҳаво сўриш усулидан фойдаланиб, сифатини бузмай сақлаш асосланганлиги сабабли, марказлаштирилган ҳолда қуритиш ва сақлаш учун намлиги 17 % дан юқори бўлган пахталар даладан пахта тозалаш корхонасига тўғридан – тўғри олиб келиниши мумкин.

Учала пахта тозалаш корхонасида ҳам намлиги 17 % дан юқори бўлган пахта асосан IV-V навга тўғри келиб, уларни намлиги 16.3 % дан 21.9 % гача, ифлослиги 5.6% дан 16.3 % гача ўзгариши, миқдори 796 тоннадан 1156 тоннагача бўлишини кўрсатди.



2 – расм. Пахтани намлик бўйича тақсимланиши:
1, 2, 3, 4, 5 – пахта нави
■ – Чинобод; ■ – Шахрихон; ■ – Асака



3 – расм. Пахтани навлари бўйича ифлослиги:
1, 2, 3, 4, 5 – пахта нави

Масалалардан бири намлиги 17 % дан юқори бўлган пахталарни бир кунлик тайёрланган миқдорини аниқлашдан иборат. Чунки топширилган пахтани бир сутка ичида қуритиш ва сақлаш учун ғарам майдонларига жойлаштириш талаб этилади.

Чинобод пахта тозалаш корхонасида ташқи тайёрлаш масканлари 5 та бўлиб, уларда 2016-йилда тайёрланган юқори намликдаги пахталар миқдори жадвалда келтирилган.

Жадвалдан кўриниб турибдики, 17 % юқори намликдаги пахталар асосан V – навларда бўлиб, фақатгина Ўрмонбек пахта тайёрлаш масканида IV – навларда ҳам мавжуд.

Чинобод пахта тозалаш корхонасида намлиги 17%дан юқори пахталар 3-октябрдан 1-ноябргача қабул қилинган бўлиб бир кунлик максимал миқдори 61.4 тоннани ташкил қилади.

Марказлаштирилган ҳолда пахтани умумий қабули 861.7 тонна бўлиб, уни, 481 тоннасини корхона қошидаги пахта тайёрлаш маскани қабул қилаётган бўлса, унга қўшимча 380.7 тн пахта

олиб келинади. Қўшимча олиб келинган пахтани сақлаш учун 7та 14×7 м ўлчамли ғарам майдончаси талаб этилади.

Таҳлиллар юқори намликдаги пахтани қуритиш ва тозалаш учун 3 – 4 т/соат иш унумдорлигига эга бўлган қуритиш ва тозалаш ускуналари етарли эканлигини кўрсатди.

Чинобод пахта тозалаш корхонасига қарашли пахта тайёрлаш корхоналарида тайёрланган IV-V нав пахталари тўғрисида маълумот

№	Пахта нави ва синфи	Пахтани ўртача ифлослиги, %	Пахтани ўртача намлиги, %	Кундалик топширилган пахта, т		Жами топширилган пахта, т
				минимум	максимум	
Корхона қошидаги пахта тайёрлаш маскани						
1	5/3	19.6	26.3	5.2	40.2	481
Ўлистон пахта тайёрлаш маскани						
2	5/3	13.0	19.7	1.1	2.1	11
Балиқчи пахта тайёрлаш маскани						
3	5/3	17.0	23.5	0.4	1.5	1.9
Бўстон пахта тайёрлаш маскани						
4	5/3	21.6	20.2	2.6	9.7	90.4
Ўрмонбек пахта тайёрлаш маскани						
5	4/1	12.0	19.0	1.9	4.7	39.8
6	5/3	16.7	25.4	7.8	10.9	95.5
Насриддинобод пахта тайёрлаш маскани						
7	5/3	14.6	22.9	4.9	15.6	144
Жами				23.9	84.7	863.6

Ушбу мақсадда мавжуд қуритиш барабани 2СБ-10, 1ХК ва УХК русумли тозалаш ускуналаридан фойдаланиш мумкин.

Хулоса қилиб шуни айтиш керакки, 17 % дан юқори намликка эга бўлган пахтани пахта тозалаш корхоналарида марказлаштирилган ҳолда қуритиш тозалаш ва сифатини бузмаган ҳолда сақлаш мумкин.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Пахтани дастлабки ишлашни мувофиқлаштирилган технологияси ПДИ 70-2017: “Ўзпахтасаноатэкспорт”. Тошкент 2017.
- [2] Тихомиров Г.А., Алиев М.Ю., Байрамова М.М. Влияние принудительного вентилирования бунтов хлопка-сырца на прядильно-технологические свойства волокна // Хлопковая промышленность. Ташкент, 1982. № 2.
- [3] Богомолов В.А., Алиев М.Ю. Аэродинамические испытания существующих методов продувки хлопка-сырца // Хлопковая промышленность. Ташкент, 1980. № 2.
- [4] Алиев М.Ю. Исследование и выбор оптимальных параметров устройств для хранения природных свойств хлопка в условиях повышенной влажности: Дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 1988.
- [5] Кадиров Б.Г., Шульцман Г.С. Грибная флора хлопка-сырца при хранении // Сб. научн. трудов ТАШПИ. Ташкент, 1988. С. 9 – 15.
- [6] Собиров И.Қ. Усовершенствование процесса сушки и хранения высоковлажного хлопка-сырца: Дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 2005. С. 110 – 115.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

12.03.2018 й.
қабул қилинган

А. Парпиев, И. Собуров, Н. Муқимов. Централизованная сушка высоковлажного хлопка-сырца

В статье рассмотрены вопросы централизованной сушки, очистки и хранения высоковлажного хлопка-сырца на хлопкоочистительных заводах.

A. Parpiev, I. Soburov, N. Muqimov. Centralized drying of high-moisture raw cotton fiber

The article examined the issues of centralized drying, cleaning and storage of high-yielding raw cotton in cotton-ginning plants.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕНЬЮТОНОВСКИХ СРЕД, ДЕФОРМИРУЕМЫХ УСКОРЕННО И ПО ИНЕРЦИИ

Как известно, закон Гука – основной закон теории упругости, отражающий линейную зависимость между силами и малыми деформациями в упругой среде и имеющий вид $\tau = G\gamma$, был установлен в 1660 г. Его механической моделью является спиральная пружина. В этом законе G – модуль упругости, равный тангенсу угла наклона графика зависимости $\tau = f(\gamma)$. Модуль упругости зависит только от свойств данного материала и является одной из его реологических характеристик.

Ньютоном в 1687г. предложен закон, по которому внутреннее трение при течении жидкости зависит от скорости деформации, т.е. от относительной скорости перемещения ее частиц, имеющий вид: $\tau = \mu \dot{\gamma}$. Механическая модель ньютоновской жидкости представляет собой демпфер, состоящий из поршня, который перемещается в цилиндре с жидкостью. При перемещении поршня жидкость через зазоры между поршнем и цилиндром протекает из одной части цилиндра в другую. В законе вязкого течения Ньютона коэффициентом пропорциональности является μ – динамическая вязкость жидкости, равная тангенсу угла наклона в графике зависимости $\tau = f(\dot{\gamma})$. Модуль динамической вязкости зависит от свойств данной жидкости и является одной из ее реологических характеристик.

В дальнейшем Сен-Венан в 1870 г. первым сформулировал уравнения, удовлетворительно описывающие законы пластического течения металлов на языке механики сплошных сред. Этот успех во многом был обязан экспериментальным исследованиям Треска. Механической моделью идеально пластичного тела Сен-Венана является элемент сухого трения, состоящий из прижатых друг к другу пластин. При относительном перемещении пластин между ними возникает постоянная сила трения $\tau = \tau_0$, приходящаяся на единицу площади и зависящая от величины сжимающей их силы.

Следует отметить, что до настоящего времени развиваются как теоретические изыскания, так и технические средства и методы определения реологических характеристик реальных материалов.

К одному из методов относится ротационный метод определения вязкости и других реологических характеристик таких материалов, как нефтепродукты, буровые и промывочные жидкости, лакокрасочные материалы, растворы и расплавы полимеров, цементные и глинистые растворы, пасты, расплавы стекол, шлаков и металлов, пищевые продукты, изделия косметики и т.д.

В работах [1 – 4] даны понятия реологии, теории измерения вязкости и особенности определения упругих свойств, сдвиговой прочности, релаксации напряжения и других характеристик материалов при помощи ротационных и других приборов разных назначений. В них также содержатся описания ротационных приборов и их характеристики.

Структурно-механические свойства реальных тел моделируются с помощью комбинаций из вышеприведенных простейших идеальных реологических моделей Гука, Ньютона и Сен-Венана – Кулона. Эти три модели иллюстрируют соответственно идеально упругое тело, идеально вязкую жидкость и идеально пластичное тело. Соединяя последовательно и (или) параллельно эти простейшие модели, можно получить составную модель, параметры которой будут близки к свойствам реального тела.

В частности, по закону вязкого течения Ньютона при действии напряжения жидкость мгновенно приобретает скорость деформации, т.е. течет, а при снятии напряжения мгновенно останавливается. В реальных процессах при действии напряжения в жидкости скорость деформации развивается от нуля до определенного значения, т.е. ускоренно деформируется, а при снятии напряжения скорость деформации ускоренно замедляется.

Реологическая модель среды деформируемой ускоренно и по инерции и ее решения, а также формулировка законов данного явления даны в работах [5, 6]. По этой модели тензор напряжения прямо пропорционален тензору ускоренной деформации $\tau_{ij} = m_{\ell} \ddot{\gamma}_{ij}$, а коэффициентом про-

порциональности является $m_\ell = \alpha / \beta \rho \ell$, имеющий размерность линейной плотности (кг/м), равный тангенсу угла наклона в графике зависимости $\tau = f(\dot{\gamma})$. Линейная плотность прямо пропорциональна объемной плотности молярных частиц ρ , помноженной на динамическое расстояние переноса молярных частиц ℓ , и выражает инертную сопротивляемость к ускоренным деформациям, т.е. зависит от свойств данной среды и является одной из ее реологических характеристик.

В работе [7] решением ретардационной модели вязкоинертнодеформируемой среды и анализом его установлено, что такие жидкости обладают некоторым дополнительным сопротивлением относительно вязкой Ньютоновской жидкости. Установлено, что решение реологического уравнения вязкоинертнодеформируемой среды описывает семейство кривых скорости деформации в зависимости от времени и процессы задерживания вследствие вязкого преддействия при действии напряжения, а при снятии напряжения скорость деформации по закону вязкого преддействия медленно снижается. Следовательно, тем самым доказано, что скорость деформации в средах не развивается мгновенно, как в вязкой жидкости Ньютона.

В [8] предложен способ определения реологического параметра m_ℓ – инертной сопротивляемости сред при ее деформировании. Способ заключается в определении усилия погружения конусного индентора с постоянной скоростью и коэффициента, учитывающего зоны сдвига, а также угла, образованного границами зоны деформирования среды. Значение величины усилия в зависимости от градиента скорости наносится на график. По графику определяются предельные динамические напряжения деформации по мере внедрения конусного индентора, а затем определяется реологический параметр среды m_ℓ .

Данная статья посвящена определению параметров m_ℓ – коэффициента линейной плотности и τ_0 – предельного напряжения для конкретных сред, когда существуют кривые течения для реальных исследуемых сред.

В работе [9] установлены экспериментальные кривые течения – изменения напряжения сдвига τ комбикорма от изменения скорости деформации для трех значений влажности w и температуры T° .

Пользуясь результатами работы [9], в каждом графике изменения напряжения сдвига τ комбикорма от изменения скорости деформации при влажностях $w_1 = 12\%$, $w_2 = 15\%$, $w_3 = 18\%$ (рис. 1), а также при $T_1 = 337^\circ\text{K}$, $T_2 = 347^\circ\text{K}$, $T_3 = 357^\circ\text{K}$ (рис. 2) мы выбрали по шесть точек на этих кривых. К этим точкам проведены касательные линии. По пересечению касательных линий с осью ординат определены τ_{0i} , которые являются предельными сдвиговыми напряжениями для соответствующих промежутков течения комбикорма. После проведения касательных линий получены предельные напряжения сдвига для влажностей $w_1 = 12\%$, $w_2 = 15\%$, $w_3 = 18\%$ комбикорма для точек 1 – 6 (см. рис. 1).

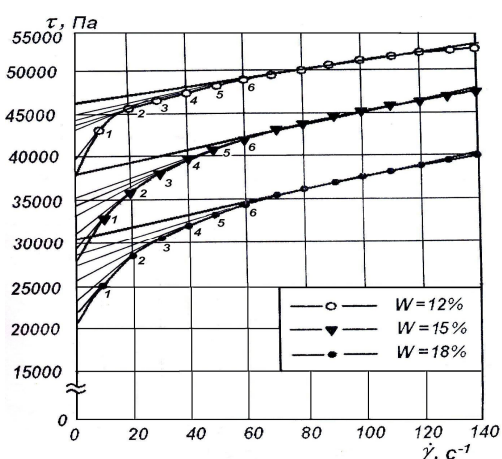


Рис. 1. Кривые течения комбикормов при различных значениях влажности

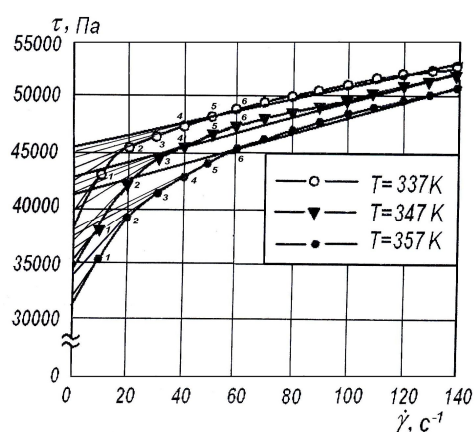


Рис. 2. Кривые течения комбикормов при различных значениях температуры

Так как формулу $\tau = m_\ell \ddot{\gamma}$ можем записать для i -й точки в виде $\tau_{0i} = m_{\ell i} u_i^2 / h_i^2$ [8, 10], то, записав ее относительно коэффициента инертной сопротивляемости сред к деформационным

процессам, получим $m_{\ell i} = \tau_{0i} / \dot{\gamma}_i^2$. Определённые значения τ_{0i} и $\dot{\gamma}_i^2$, а также m_{ℓ} приведены в таблице.

Значения τ_{0i} и $\dot{\gamma}_i^2$ и m_{ℓ}

№	$\dot{\gamma}$, с ⁻²	τ_{0i} , Па	m_{ℓ} , кг/м	w , %	τ_{0i} , Па	m_{ℓ} , кг/м	T , К°
1.	10	39791	39.79	12	40000	40.00	337
2.	20	43043	10.76		41563	10.39	
3.	30	43698	4.86		43594	4.84	
4.	40	44348	2.77		44531	2.78	
5.	50	45000	1.80		45000	1.80	
6.	60	46250	1.28		45869	1.28	
7.	10	29400	29.40	15	35000	35.00	347
8.	20	31000	7.75		37167	9.29	
9.	30	33333	3.70		40000	4.45	
10.	40	34166	2.14		42273	2.64	
11.	50	35416	1.42		43182	1.73	
12.	60	36000	1.00		44318	1.23	
13.	10	22174	22.77	18	32031	32.03	357
14.	20	23478	5.87		33906	8.48	
15.	30	26000	2.89		36333	4.04	
16.	40	27600	1.73		37833	2.37	
17.	50	28600	1.14		38167	1.53	
18.	60	30600	0.85		41818	1.16	

На основе полученных данных построены кривые изменения коэффициента инертной сопротивляемости сред к деформационным процессам в зависимости от ускоренной деформации при различных значениях влажности и температуры (рис. 3, 4).

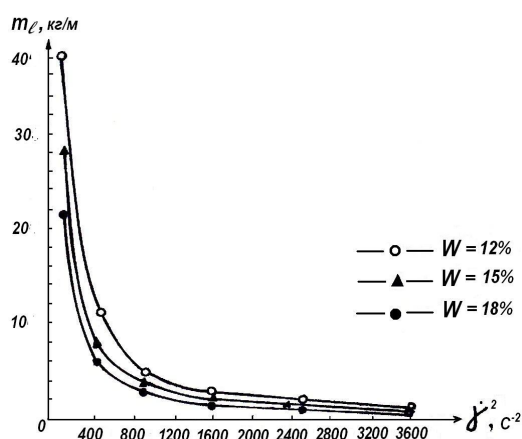


Рис. 3. Изменение коэффициента инертной сопротивляемости сред к деформационным процессам в зависимости от ускоренной деформации при различных значениях влажности

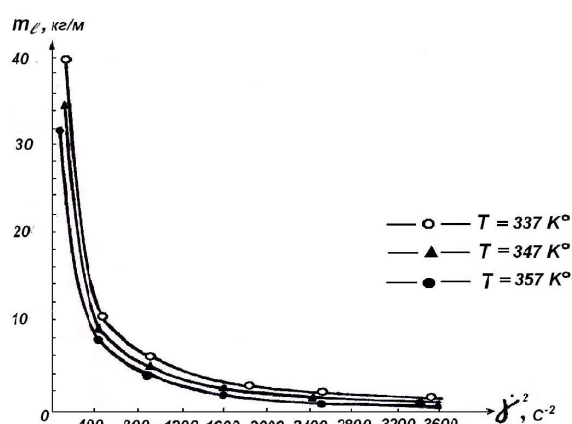


Рис. 4. Изменение коэффициента инертной сопротивляемости сред к деформационным процессам в зависимости от ускоренной деформации при различных значениях температуры

Установлено, что с повышением влажности и температуры комбикормов предельные напряжения и линейные плотности понижаются.

Как отмечалось, нефтепродукты, буровые и промывочные жидкости, лакокрасочные материалы, растворы, комбикорма и расплавы полимеров, цементные и глинистые растворы, пасты, расплавы стекол, шлаков и металлов, пищевые продукты, изделия косметики и др. имеют структу-

ру, т.е. молярные частицы, образуемые входящими в их состав компонентами. Эта структура обуславливает одну из характерных особенностей смесей – наличие линейной плотности, выражающей собой инертную сопротивляемость к ускоренным деформациям и зависящей от них. Как следует из рис. 3 и 4, линейная плотность сред очень большая при малой ускоренной деформации и с увеличением ее уменьшается до некоторой минимальной величины. При дальнейшем повышении ускоренной деформации молярные образования, разрушаясь, переходят на молекулярные частицы, и линейная плотность стремится к нулю, а среда начинает вести себя, как ньютоновская молекулярная жидкость.

Интенсивность изменения линейной плотности с изменением ускоренной деформации характеризует деформационно-инертные свойства сред. Лучшими смесями считаются те из них, которые имеют большую зависимость линейной плотности от ускоренной деформации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А.И. Ротационные приборы. Измерение вязкости и физико-механических характеристик материалов. М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
- [2] Адамов А.А., Матвеев В.П. Методы прикладной вязкоупругости. М.: Машиностроение, 2003. С. 23 – 30.
- [3] Арфьев Н.Н., Штин С.М. Метод определения реологических характеристик сопротивления. М., 2007. С. 41 – 48.
- [4] Арет В.А., Руднев С. Д. Реология и физико-механические свойства материалов пищевой промышленности. СПб: ИЦ «Интермедия», 2014. – 252 с.
- [5] Хусанов И.Н. Об инерционных свойствах деформируемых тел // Изв. АН УзССР. Ташкент, 1983.
- [6] Хусанов И.Н. О деформируемости сред по инерции. Гидродинамика многофазных сред и теплообмен. Ташкент: Фан, 1987. С. 151 – 155.
- [7] Балтабаев У.Н., Хусанов И.Н. Механическая модель неньютоновской вязкоинертнодеформируемой смеси и решение задачи движения ее в кольцевом пространстве // Проблемы механики. Ташкент, 2016. № 2. С. 8–14.
- [8] Хусанов И.Н., Цой Г.Н. Определение параметров деформируемости сред по инерции // Материалы Международной конференции «Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений». 12 – 14 сентября 2016 г. Ташкент, 2016. – 348 с.
- [9] Василенко В.Н. Научное обеспечение процессов производства полнорационных коэкструдированных и экспандированных комбикормов: Дис. ... докт. техн. наук. Воронеж, 2010. С. 95 – 101.
- [10] Берней И.И., Белов В.В. Реология бетонных смесей и ее технологические задачи. Рига: Изд-во Риж. политехн. ин-та, 1982. – 410 с.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
им. М.Т. Уразбаева АН РУз

Дата поступления
19.04.2017

И.Н. Хусанов, Г.Н. Цой. Тезланма ва инерциал деформацияланувчи ноньютон муҳитларнинг реологик параметрларини аниқлаш

Омихта емни реологик хусусиятларини тадқиқ этиши натижасида омихта ем деформация тезлигини маълум оралигида ноньютон суюқликлар хусусиятларини намоян этиши аниқланган. Экспериментал усулда олинган омихта емни оқиш эгри чизиқларига шиллов бериш ва тезланма ҳамда инерциал деформацияланувчи реологик тенгламани ўртача параметрлар орқали ёзилган ҳлатидан фйдалиниб, кучланиш ва деформация тезликларини олтига узгариш соҳасига мос келадиган m_{li} – чизиқли зичлик коэффициентлари ва τ_{0i} – чегаравий динамик кучланишлар қийматлари аниқланган. Омихта емни намлиги ва ҳарорати ошиши билан чегаравий динамик кучланишлар ва чизиқли зичлик коэффициентлари камайиши ўрнатилган.

I.N. Khusanov, G.N. Tsoy. Determination of the rheological parameters of non-newtonian media deformed acceleratively and by inertia

As a result of studying the rheological properties of mixed fodders melts, it was determined that the melt exhibits the properties of non-Newtonian media in a certain range of strain rates. By processing the experimentally obtained curves of mixed fodder flow and using the averaged form of rheological equation of strained with acceleration and inertia medium, the rheological parameters are determined m_{li} – the coefficients of linear density and τ_{0i} – the limiting dynamic stresses for six intervals of stresses and strain rates variations according to flow curves of mixed fodders melts. It has been established that with increase of moisture and temperature of mixed fodders, the limiting stresses and linear densities decrease.

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНТИНУАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЧАТОЙ МОДЕЛИ

Одной из важных задач современной теории сейсмостойкости сооружений является разработка расчетных моделей зданий, адекватно описывающих их колебания при землетрясениях. Здания и сооружения с различными конструктивными решениями в условиях деформирования составляют сложную пространственную механическую систему. В первую очередь, модель деформирования сооружения, представляющая коробчатую конструкцию, должна описывать пространственный характер форм колебаний. Динамический расчет такой сложной системы следует выполнять на основе методики, отражающей пространственный характер деформирования элементов коробчатых конструкций, а также учитывающей реальные условия контактных соединений их балочных и пластинчатых элементов.

Существуют научные работы, касающиеся методов расчета и математического моделирования зданий и сооружений, в которых приведен обзор работ по методам расчетов на сейсмостойкость и математическому моделированию зданий и сооружений [1], а также континуальное моделирование механических и тепловых свойств сложных конструкций [2] и мн.др.

В качестве одной из моделей здания можно предложить консольную толстую пластину, разработанную на основе бимоментной теории изгиба и колебаний анизотропных пластин, которая позволяет учитывать все виды деформаций и различные виды пространственных колебаний конструкции зданий при различных по направлению воздействиях. На основе этой разработанной модели [3 – 6] в статье сейсмические колебания здания моделируются движением толстой консольной пластины. В качестве уравнения движения здания принимаются уравнения бимоментной теории пластин, которые адекватно отражают пространственную форму колебаний с учетом поперечного сдвига и изгибно-продольных деформаций. В качестве граничных условий принимаем условия консольной пластины. На нижнем защемленном крае задаем кинематические условия, учитывающие закон движения основания. На свободных боковых гранях здания имеем условия равенства нулю сил, моментов и бимоментов.

Приведенные механические характеристики пластинчатой модели здания определены в отчете НИР ИМ СС АН РУз [4] в предположении, что здание состоит из многочисленных коробок (комнат).

приведенная плотность здания определяется по следующей формуле:

$$m_{\text{пр}} = \rho_{\text{пл}} V_1 = \rho_{\text{пр}} V_0. \quad (1)$$

Здесь V_0 – объем одного этажа здания; V_1 – объем плит, образующих один этаж здания

$$V_0 = ab_1 H, \quad (2)$$

$$V_1 = 2ab_1 h_1 + ab_1 h_2 + 2Hb_1 h_1 + (k - 2)Hb_1 h_2 + aHh_2,$$

где a , H – длина и ширина здания; b_1 – высота одного этажа здания; k – число внутренних поперечных стен здания; h_1 – толщина внешних несущих стен; h_2 – толщина внутренних стен; $h_{\text{пер}}$ – толщина перекрытия; k – количество внутренних поперечных стен.

Из уравнения (1) найдем приведенную плотность здания в виде

$$\rho_{30} = \rho \frac{V_1}{V_0}. \quad (3)$$

Приведенные модули упругости здания определяем по формулам

$$\begin{aligned} E_1^{np} &= E_0 \frac{S_{11}}{S_{01}}, & E_2^{np} &= E_0 \frac{S_{22}}{S_{02}}, & E_3^{np} &= E_0 \frac{S_{33}}{S_{03}}, \\ G_{12}^{np} &= \frac{S_{11}}{S_{01}} G_0, & G_{13}^{np} &= \frac{h_{\text{пер}}}{b_1} \lambda^* G_0, & G_{23}^{np} &= \frac{h_2}{b} G_0, \end{aligned} \quad (4)$$

где S_{01}, S_{02}, S_{03} – площади поперечных сечений здания в трех координатных плоскостях одного этажа здания; S_{11}, S_{22}, S_{33} – суммарные площади поперечных сечений плит в координатных плоскостях, образующие один этаж здания; λ^* – коэффициент, характеризующий пустоты в поперечном сечении плиты перекрытия:

$$\lambda^* = \frac{a_1 h_{nep} - s^*}{a_1 h_{nep}}. \quad (5)$$

Здесь a_1 – расстояние между двумя поперечными межкомнатными плитами; s^* – сумма площадей отверстий в поперечном сечении перекрытия.

Отметим, что вышеприведенные объемы и площади определяются в зависимости от размеров плит, комнат и самого здания, которые определяются в виде

$$S_{01} = b_1 H, \quad S_{02} = a H, \quad S_{03} = a b_1. \quad (6)$$

Здесь

$$S_{11} = 2b_1 h_1 + b_1 h_2 + H h_{nep}, \quad (6, a)$$

$$S_{22} = 2a h_1 + a h_2 + 2H h_1 + (k - 2)H h_2, \quad (6, б)$$

$$S_{33} = 2b_1 h_1 + a h_2 + (k - 2)b_1 h_2. \quad (6, в)$$

Запишем выражения для приведенных плотности и модуля упругости пластинчатой модели здания в виде

$$\rho_{np} = \rho_0 \zeta_0, \quad (7)$$

$$\begin{aligned} E_1^{np} &= \zeta_{11} E_0, \quad E_2^{np} = \zeta_{22} E_0, \quad E_3^{np} = \zeta_{33} E_0, \\ G_{12}^{np} &= \zeta_{12} G_0, \quad G_{13}^{np} = \zeta_{13} G_0, \quad G_{23}^{np} = \zeta_{23} G_0. \end{aligned} \quad (8)$$

Значения коэффициентов $\zeta_0, \zeta_{11}, \zeta_{22}, \zeta_{33}, \zeta_{12}, \zeta_{13}, \zeta_{23}$ определяются из (3) и (4), с учетом (1), (2), (5) и (6). Для каждой ячейки (комнаты) здания определяются в виде функций двух пространственных переменных, а E_0, G_0 – в виде модулей упругости и сдвига самой прочной несущей панели здания.

Таким образом, мы получили формулы (7) и (8) для определений приведенных плотности и модуля упругости пластинчатой модели здания.

Согласно полученной формуле (7), приведенная плотность пластинчатой модели здания в 5 – 10 раз меньше плотности материала панелей, а приведенные модули упругости, определяемые по формулам (8), меньше модуля упругости панелей в 6 – 30 раз, что объясняется ячеистой структурой здания с наличием большого числа пустот.

Условно считаем, что механические и геометрические характеристики материалов панелей комнат одинаковые. Панели имеют: модуль упругости $E=200000$ МПа, плотность $\rho=2700$ кг/м³ и коэффициент Пуассона $\nu=0.3$.

Приведем результаты расчетов вынужденных колебаний здания в рамках толстой пластинчатой модели при следующих размерах плит и здания: длина и ширина здания $a=30$ м, $H=11$ м, высота одного этажа здания $b_1=3$ м, толщины внешних несущих стен и внутренних стен $h_1=0.25$ м и $h_2=0.25$ м, толщина перекрытия $h_{nep}=20$ см. Высота для пятиэтажного и девятиэтажного зданий принимается, соответственно равной $b=15$ м и $b=27$ м.

Если модуль упругости и плотность бетона $E_0=200000$ МПа, $\rho=2700$ кг/м³, то по формулам (7) и (8) приведенные характеристики здания с учетом геометрических размеров плит и здания приняли следующий вид [4]:

$$\begin{aligned} E_1^{np} &= 2600 \text{ МПа}, \quad E_2^{np} = E_3^{np} = 2000 \text{ МПа}, \\ G_{12}^{np} &= 480 \text{ МПа}, \quad G_{13}^{np} = 520 \text{ МПа}, \quad G_{23}^{np} = 200 \text{ МПа}, \quad \rho_{np} = 451 \text{ кг/м}^3. \end{aligned} \quad (9)$$

Введены следующие безразмерные переменные $x=x_1/a, y=x_2/b, \tau=ct/a$, где $c = \sqrt{E/\rho}$.

Рассмотрим вынужденные поперечные колебания здания в предположении, что перемещение основания здания только в горизонтальном поперечном направлении происходит по заданному закону:

$$u_1 = u_2 = 0, \quad u_3 = u_0(t) = A_0 \sin(\omega_0 t), \quad (10)$$

где $u_0(t)$ – закон движения основания; A_0 и ω_0 – амплитуда и частота колебаний.

При описании граничных условий на нижнем защемленном краю задаются кинематические условия, учитывающие закон движения основания (10).

Задача решается методом конечных разностей. Для аппроксимации первых производных принимаются центральные разностные схемы.

В расчетах определены собственные частоты, периоды колебаний и перемещения точек девяти-, пяти- и двухэтажных зданий. На основе резонансного метода определены первые значения собственных значений зданий.

Вычислены значения собственной частоты девятиэтажного здания, которое равно $p_1=4.608$ гц, периода основного тона колебаний $T_1=1/p_1=0.217$ с, круговой частоты девятиэтажного здания $\omega_1=28.938$ рад.

Расчеты выполнены для следующих значений: частота внешнего воздействия $p_0=4.75$ гц, близкая значению первой собственной частоты, которой соответствуют период основного тона колебаний оснований $T_0=1/p_0=0.21$ с; круговая частота внешнего воздействия $\omega_0=29.83$ рад; амплитуда внешнего воздействия A_0 , которая задается в зависимости от балльности землетрясения.

На рис. 1 и 2 приведены графики изменения безразмерных значений нормального перемещения r в середине девятого и пятого этажей девятиэтажного здания от безразмерного времени τ . Как видим, динамическое поведение девятиэтажного здания близко состоянию биения, так как значения его собственной частоты близки к значению частоты внешнего воздействия.

Из графика (рис. 1, а) видно, что в середине девятого этажа здания значение перемещения r , достигающее значения $-7.197 A_0$, является максимальным. Максимальное значение нормального перемещения средней точки пятого этажа составило $r=3.461 A_0$ (рис. 1, б).

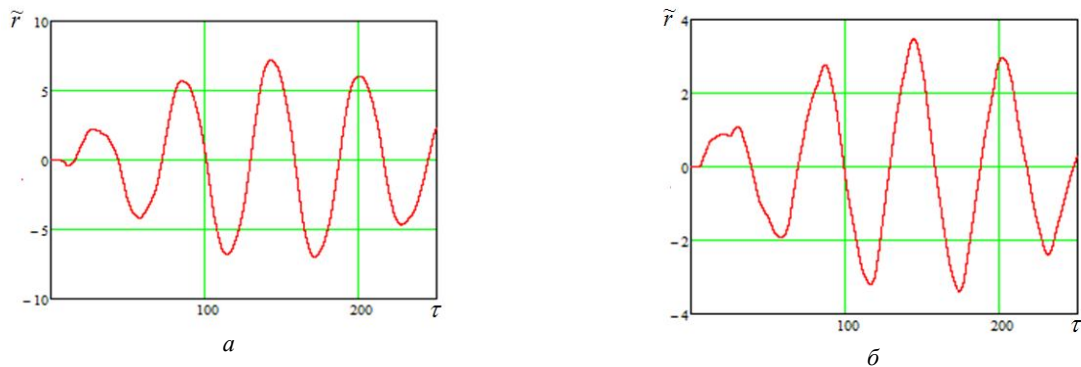


Рис.1. Графики изменения нормального перемещения r по времени в середине девятого (а) и пятого (б) этажей девятиэтажного здания

На рис. 2 приведены графики изменения безразмерных значений вертикальных перемещений u_2 на обоих краях девятого и пятого этажей девятиэтажного дома от безразмерного времени τ .

Из графиков (рис. 2, а) видно, что для девятиэтажного здания значение перемещения на краях девятого этажа здания равно $u_2 = -1.504 A_0$, а на краях пятого этажа $u_2 = -1.398 A_0$ (рис. 2, б).

Приведем результаты расчетов для пятиэтажного здания. Получили, что значение собственной частоты равно $p_1=9.69$ гц, а период основного тона колебаний $T_1=1/p_1=0.103$ с и круговая частота $\omega_1=60.85$ рад.

Определены максимальные значения перемещения точек пятиэтажного здания, максимальное значение нормального перемещения r от безразмерного времени τ в середине пятого и четвертого этажей пятиэтажного здания. В середине пятого и четвертого этажей здания максимальные значения нормальных перемещений r равны $-2.629 A_0$ и $-2.367 A_0$. Сравнение результатов значений нормального перемещения, полученных на пятом этаже пяти- и девятиэтажного зданий, показало, что значение перемещения девятиэтажного здания больше.

Определены максимальные значения вертикальных перемещений u_2 на краях пятого и четвертого этажей пятиэтажного дома – соответственно $u_2=0.397 A_0$ и $u_2=-0.361 A_0$. Аналогичное сопоставление сделано для продольных перемещений пятых этажей соответственно для пяти- и девятиэтажных зданий, которое показало, что значение перемещения девятиэтажного здания больше по сравнению с перемещением пятиэтажного дома. Причиной эффектов нормальных и продоль-

ных перемещений являются существование инерционных сил за счет массы верхних этажей выше пятого этажа, как и следовало ожидать.

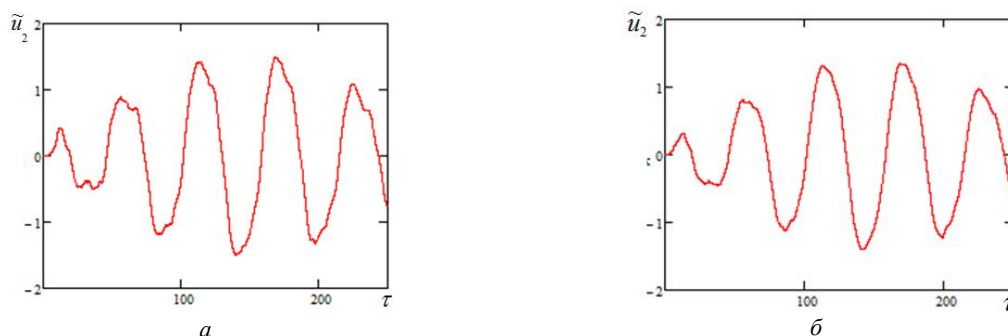


Рис.2. График изменения перемещения точек u_2 по времени в середине девятого (а) и пятого (б) этажей девятиэтажного здания

Теперь приведем результаты расчетов для двухэтажного здания. Получили, что значение собственной частоты равно $p_1=25.485$ гц, а период основного тона колебаний $T_1=1/p_1=0.039$ с и круговая частота $\omega_1=160.044$ рад.

Найдены значения нормального перемещения r в середине первого и второго этажей двухэтажного здания. В середине первого этажа здания максимальное значение перемещения составило $r=1.196A_0$, а максимальное значение нормального перемещения средней точки второго этажа получилось равным $r=1.314A_0$. Анализ результатов показал, что собственная частота двухэтажного дома значительно больше, чем пяти- и девятиэтажного зданий, а нормальные и продольные перемещения в соответствующих точках двухэтажного дома, наоборот, значительно меньше, чем пяти- и девятиэтажного зданий.

Таким образом, разработанная пластинчатая модель здания в рамках бимоментной теории позволяет определить горизонтальные поперечные и продольные, а также вертикальные продольные перемещения, с учетом поперечного сдвига, поперечного обжатия, что позволяет наиболее правильно учесть происходящие динамические процессы здания, при сейсмических воздействиях.

Шаг вычисления по безразмерным координатам принят $\Delta x=1/60$, $\Delta y=1/30$. Устойчивость разностной схемы по безразмерному времени обеспечена по явной схеме при шаге $\Delta \tau=0.01$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мирзаев И. Математические модели и методы расчета зданий и сооружений на сейсмостойкость // Проблемы механики. 2017. № 2 – 3. С. 72 – 74.
- [2] Найфе А.Х., Хефзи М.С. Континуальное моделирование механических и тепловых свойств больших структурных конструкций // Ракетная техника и космонавтика. 1981. № 8. С. 109 – 118.
- [3] Усаров М.К. Бимоментная теория изгиба и колебания толстых ортотропных пластин // Вестник НУУЗ. 2014. № 2/1. С. 127 – 132.
- [4] Усаров М.К. Изгиб ортотропных пластин с учетом бимоментов. Санкт-Петербург // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 1. (53). С. 80 – 90.
- [5] Усаров М.К. Динамический расчет прямоугольной ортотропной пластин с учетом бимоментов // Проблемы механики. 2017. № 4. С. 15 – 19.
- [6] Отчет НИР ИМ И СС АН РУЗ за 2017г. по гранту ФА-А14-Ф022. «Разработка эффективных методов пространственного расчета зданий с учетом активной сейсмической защиты и волновых процессов».

Институт механики и сейсмостойкости сооружений
им. М.Т. Уразбаева АН РУЗ

Дата поступления
13.03.2018

М.К. Усаров, Г.Т. Аюбов. Бинонинг пластинасимон континуаль модели асосида динамик ҳисоблаш

Мақола биналарнинг сейсмик тебраниши бимоментли назария асосида консоль анизотроп пластинанинг ҳаракати кўринишида моделлаштирилади. Сейсмик куч сифатида бино асосининг кўчиши берилади. Масалалар ечилган ва сонли натижалар олинган.

M.K. Usarov, G.T. Ayubov. Dynamic calculation of building based on the continuum plate model

The modeling of seismic oscillations of a building by the motion of a thick anisotropic cantilever plate based on the bimoment theory of plates is devoted. Examples are considered and numerical results are obtained.

ХРОНИКА

ЎЗР ФА АКАДЕМИГИ, Ф.-М.Ф.Д, ПРОФЕССОР, БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ДАВЛАТ МУКОФОТИ СОВРИНДОРИ ТОЖИБОЙ БЎРИЕВНИ ХОТИРЛАБ



Бўриев Тожибой – 1938 йил 12 майда Тошкент вилояти, Тошкент туманида таваллуд топган. Тошкент шаҳридаги 45 сон ўрта мактабни (1956 й.) кумуш медаль билан, ҳозирги Ўзбекистон Миллий университетининг механика-математика факультетини (1961 й.) аспирантурага кириш тавсияномаси билан битирган. Физика-математика фанлари номзоди (1965 й.), физика-математика фанлари доктори (1974 й.), профессор (1976 й.), ЎЗР ФА мухбир аъзоси (1989й), ЎЗР ФА академиги (2000 й.). Шунингдек, Ўзбекистон Олий Кенгаши Президиуми Фахрий Ёрлиғи (1956 й.), Беруний номидаги Давлат мукофоти (1971 й.), «Фуқаро мудофааси аълочиси» медали (1977 й.), «Хурмат белгиси» ордени (1986 й.) билан мукофотланган.

Иш фаолияти: Тожибой Бўриев ЎЗР ФА Математика институти қошидаги Ҳисоблаш Маркази аспиранти (1961–1963 й.), Ҳисоблаш Маркази таркибидан ЎЗР ФА Механика институти ва Ҳисоблаш Марказига ўтказилган (1963 й.), аспирантурани муваффақиятли тугатган (1964 й.), кичик илмий ходим (1965 й.), Ҳисоблаш Маркази таркибидан ЎЗР ФА Ҳисоблаш Марказли Кибернетика институтига ўтказилган (1966 й.), катта илмий ходим (1966–1971 й.), Ҳисоблаш Маркази раҳбари ҳамда ЭҲМ математик таъминоти лабораторияси мудир (1972–1975 й.), информацион изланиш тизимлари (информационно-поисковые системы) (1976–1980 й.), конструкцияларнинг автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимлари (1981–2002 й.) лабораториялари мудир, Ф-1.3.7 фундаментал лойиҳа раҳбари (2003–2008 й.).

Асосий илмий ишлари: Янги техника, саноат, қурилиш объектлари конструкцияларига қўйилган ташки кучнинг ортиши билан ривожланадиган пластик деформациянинг конструкция мустаҳкамлигига таъсирини аниқлаш ўта мураккаб муаммо бўлгани учун узоқ йиллар давомида зарур конструкциялар кўп вақт ва маблағ талаб қиладиган машаққатли тажрибалар асосида лойиҳаланган. Бу муаммони эластик-пластик деформациялар назарияси тарихида факат Т. Бўриев ЭҲМда узил-кесил ҳал этди: қатор математик моделлар, тақрибий усуллар (яқинлашиши ва ҳисоблаш жараёнлари барқарорлигини исботлади), тежамкор алгоритмлар, тезкор (ЭҲМ вақти ва хотирасини минг мартагача қисқартирди) дастурий мажмуалар ва улар асосида мураккаб фазовий конструкцияларнинг автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимларини яратиш назариясини ишлаб чиқди ҳамда Ўзбекистон ва МДҲ мамлакатлари иқтисодиётининг долзарб соҳаларида жорий этди. Кўп оралиқли фазовий конструкциялар тарихида биринчи бўлиб эластик устунлар ўзаро таъсирини ҳисобга олиш, статик, динамик ва сейсмик кучлар қўйилганда тенг мустаҳкамлик мезони бўйича устуворлик ва минимал оғирлик шартларини қаноатлантириб оптималлаш назариялари, ҳамда қўйилган муаммоларни ҳал этадиган янги усуллар, тежамкор алгоритмлар, тезкор дастурий мажмуалар ишлаб чиқди.

Жумладан фазовий (ҳажмли ва юпка деворли) конструкцияларнинг динамик (статик) масалаларини такрорий-ўзгарувчан юкланишлар сони ва интенсивлиги ихтиёрий бўлганида ўртача ва ривожланган пластик деформациялар, мустаҳкамланиш–кучсизланиш, иккламчи пластик деформациялар, шикастланишнинг йиғилиши каби мавжуд хоссаларни пластикликнинг деформацион назарияси ҳамда пластикликнинг икки-инвариантлик назарияси қонунлари эътиборга олиб ҳал қилишда адабиётлардан маълум бўлган анъанавий усулларни синаб кўрган ва янги тежамкор усулларни ишлаб чиққан. Янги тақрибий усулларнинг яқинлашишини исботлаб, яқинлашиш тезлигини кўрсатган. Чизиксиз (физик ва геометрик) масалаларини ҳал қилиш учун берилган модул билан монотон яқинлашувчи итерацион усул яратган ва амалий масалаларда синовдан ўтказган. Ушбу усул чегаравий масала кучланишлар орқали ифодаланганида ҳам яхши натижалар беришини кўрсатган. Чекли-айирмали усулнинг IV тартибли аниқликни таъминлайдиган услублари ва алгоритмларини ишлаб чиққан ва ўта чизиксиз чегаравий масалаларни ҳал этишда синовдан ўтказган. Юқоридаги усул ва алгоритмларни пластикликнинг уч-инвариантлик назарияси (сиқилиш ва чўзилиш деформацияларига ҳар хил қаршилик кўрсатадиган материаллар ишлатилганида), кўп оралиқли (эни ва бўйига нисбатан), юпка деворли ва стерженли фазовий конструкцияларнинг эластик таянчлар билан ўзаро таъсири, кўп қаватли ва кўп оралиқли мураккаб шаклдаги иншоотларнинг асос билан ўзаротаъсири, газотурбинали двигателлар паррақларининг ностационар газодинамик ва инерцион кучлари ҳамда юқори ҳарорат таъсиридаги ҳолати масалалари учун ҳам умумлаштирган. Ушбу масалаларда кўтарувчи элементлар тутуштирилган чокларнинг яхлитлиги ва эластиклиги ҳисобга олинган. Фазовий юпка деворли ва стерженли конструкцияларнинг кўтарувчи

элементлари минимал оғирлик ва сиқилган элементларнинг биқирлигини эътиборга олиб, устуворлик шартлари қаноатлантирилган ҳолда тенг кучланганлик мезони бўйича оптималлаш усулини яратган ҳамда яқинлашишини исботлаган ва конструкцияларни лойиҳалаш жараёнида синовдан ўтказган.

Тожибой Бўриев Коши масаласини ихтиёрий аниқлик билан ҳал этадиган чекли-айирмали усулнинг яқинлашиши ва устуворлигини чизиқли дифференциал тенгламалар системаси учун исботлаган ҳамда чизиксиз масалаларни ҳал этишда берилган модул билан яқинлашадиган итерацион усул билан биргаликда қўллаб, амалий масалаларда синовдан ўтказган. Катта матрицалар ($n \leq 1000 \div 10000$) учун умумлашган хос қийматлар муаммосини ҳал этишда қўллаб ($m \leq 100 \div 1000$) қуйи хос қийматларни ўсиш тартибиди (каррали илдишлар қўп бўлганида ҳам) аниқлайдиган янги услуб ва алгоритмларни яратиб, фазовий конструкцияларнинг долзарб масалаларини юқори аниқлик билан ҳал этишда синовдан ўтказган. Ҳажмли ва юпка деворли фазовий конструкцияларнинг статик, динамик, зилзилабардошлик, аэрогидроэластиклик ва оптимал лойиҳалаш масалаларида ҳосил бўладиган катта алгебраик ва оддий дифференциал тенгламалар системаларини параллел процессорли ЭХМларда ҳал қилишнинг тежамкор алгоритмларини яратган. Фазовий мураккаб шаклдаги учиш аппаратларнинг ностационар (стационар) аэродинамикаси масалаларига дискрет уюурмалар усули қўлланилганда ҳосил бўладиган катта алгебраик (матрица элементлари тўла ва носимметрик) тенгламаларни ҳал этиш учун янги усул яратиб, арифметик амаллар ҳажмини n/s (n -номаълумлар сони ($n \leq 10000$)), s -итерациялар сони ($s \leq 10$)) мартага ва тенгламаларни қуришда эса 10 мартага камайтирган. Ушбу усуллар асосида катта дифференциал ва алгебраик тенгламаларни ҳал этадиган параллел процессорли мажмуа архитектурасини ишлаб чиққан

Сейсмик ва носейсмик ҳамда IV климатик ҳудудлар учун монтажлаш, технологик ва эксплуатацион кучларни эътиборга олиб яратган СП-30-350, СП-30-300 русумли 24 та вариантдаги ҳавонли ҳамда СП-27-350, СП-27-300 русумли 12 та вариантдаги ҳавонсиз сийраклаштирилган конструкциялар лойиҳалари собиқ СССР Давлатқурилиш томонидан (АЧ-41 протокол, 18.07.1986) тасдиқланган ва булар асосида ҳавонли (24 турда) ва ҳавонсиз (12 турда) сийраклаштирилган стерженли конструкция лойиҳаларини (ушбу конструкцияларда қуйма труба сарфи 35 – 84% га (15.8 кг/м^2 дан 8.5 кг/м^2 га) туширилган, сейсмик куч 2 марта камайтирилган) яратди. Ушбу конструкциялар Тошкент, Киреев, Вика (1987 й.), Кисловодск (1984 й.), металл конструкция ишлаб чиқариш корхоналарида жорий этилди (“Стройиндустрия-87” халқаро кўргазма совриндори, йилига 1.4 – 1.5 млн.м² ишлаб чиқарилган, Спитак шаҳрида қурилган ўнлаб модуллар Арманистон (1988 й.) зилзиласини ҳеч қандай шикастсиз ўтказди).

Тожибой Бўриев мустақиллик даврида мураккаб фазовий конструкцияларнинг статик ва динамик мустаҳкамлиги, зилзилабардошлиги, ностационар аэродинамикаси, юқори ҳароратга чидамлилиги, тенг мустаҳкамлик мезони асосида лойиҳалаш муаммоларини ҳал этувчи моделлар, усуллар ва уларни бир ва қўп процессорли ЭХМларда амалга оширадиган тежамкор алгоритмлар яратди. Мураккаб объектларнинг экстремал вазиятларда ҳавфсизлигини таъминлаш учун Ф-1.3.7 лойиҳа ва газотурбинали двигателларнинг юқори ностационар ҳароратда пайдо бўладиган термопластик деформацияларини тадқиқ қилиш учун 74-04 грант ҳамда Ўзбекистонда амалий масалаларни дастурлаш ва конструкцияларнинг автоматлаштирилган лойиҳалаш тизимлари йўналишларини ривожлантириш бўйича илмий изланишлар олиб борди.

Аэродинамика ва фазовий конструкциялар мустаҳкамлиги соҳасидаги илмий натижаларини ғўза устида қолган ва ерга тўкилган пахтани йиғиштириб оладиган (1.33 га/соат) 4 қаторли пневмомеханик агрегатларни яратиш, лойиҳалаш, яшаш ва дала синовларини ўтказишда қўллаб, мутлақо янги техник ечимлар олган. Ушбу ишларнинг ҳаммаси 1988-1996 йилларда ҳолис шахсий ташаббус асосида муаллиф ўз шахсий маблағи ҳисобидан бажарилган. 3 вариантдаги судратма (қатор оралиғи 60 см) ва 3 вариантдаги осма (қатор оралиғи 90 см) агрегатларни ўрилган ғўзапоя, зарарли ўтлар ва эгат сиртидаги плёнкадан далани тозалаш жараёнида ҳам синовдан ўтказди. VI вариантдаги агрегатни 1995 – 1996 йилларда ўз шахсий маблағи ҳисобидан давлат синовидан ўтказган. Янги техникани жорий этиш Республика комиссияси томонидан ушбу агрегатнинг тажриба нусхасини тайёрлаш ва кенг ҳўжалик синовидан ўтказишга тавсия этилган (14.08.1997 й.). Янги қишлоқ ҳўжалиги техникаси бўйича ЎзР Идоралараро комиссияси осма агрегатнинг тажриба наъмунасини яшаш ва кенг ҳўжалик синовини ўтказишга қарор чикарди. Андижон услубида эгат ичига доналаб экиладиган уруғни плёнка билан ёпиш, экинга I – сув бериш олдидан плёнкани тозалаб, ғалтакка ўраб олиш технологияси ва махсус қурилмалар техник ечимларини ишлаб чиқди. Ушбу эгат ичига чигит экилган майдондаги плёнкани йиғиштирадиган, далани чала қолган пахта, ғўзапоя ва плёнкадан тозалайдиган 4 қаторли агрегат лойиҳалари Ўзбекистондаги барча мутасадди ташкилотлар экспертизасидан ўтказилиб, тажриба наъмунасини тайёрлаш ва синашга тавсия этилган, чизмалари эса ЎзР ВМ кўрсатмаси билан (1998 й.) «БМКБ-Агромаш» акционерлик жамиятига топширилган. 1998-1999 йилларда тажриба майдонида ушбу технология синовдан ўтказилди: пахтанинг пишиб етилиши 1 ойга қискарди, ҳосилдорлик 30–40% га ошди ҳамда сел, дўл ва совуқ уришининг олди олинди. Бир ўтишда ғўза устидаги пахтани (I – теримдан сўнг) трактор тиркагичига ортиб, ғўзапояни майдалаб (унумдорлиги 1.5 га/соат) ташлайдиган тўрт қаторли қурилманинг техник ечимини (2001 й.) яратди.

Ғўза устидаги пахтани тиркагичга ортиб, ғўзапояни сифатли майдалайдиган конструкцияни яшаш ва ҳўжалик синовидан ўтказишни Ўзбекистон Қишлоқ ҳўжалиги илмий маркази, ЎзР ФА Механика ва

иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, "Кишлоқмашҳолдинг" компанияси тавсиялари билан инновация ҳужжатлари Фан ва технологиялар Марказига (2003 й) топширилган. Янги техник ечимлар РФ Патент идорасидан олинган 4 та патент ва ЎзР Патент идорасидан олинган 5 та патент ҳамда 5 та дастлабки патент билан ҳимояланган. Юқоридаги технология ва техник ечимлар Республиканинг барча мутасадди ташкилотлари ва мутахассислари экспертизасидан ўтказилган ва ишлаб чиқаришга тавсия этилган.

Тожибой Бўриев Ўзбекистонни фазовий конструкцияларда пластик деформацияларни ҳисобга олиш, тадқиқ этиш ва оптимал лойиҳалашга оид илмий ишлари билан жаҳонга танитди, 380 илмий асар (жумладан 4 монография, 1 препринт, 16 патент, 64 дастурий мажмуа (ЎзР Патент гувоҳнома бергани 37 та, хорижда 25 мақола ва 5 патент) чоп этди, 10 дан ортиқ илмий тадқиқот ишлар ҳисоботи, 2 фан доктори, 10 фан номзоди тайёрлади. Шунингдек еттита фарзандни тарбиялаб вояга етказди.

Тожибой Бўриев кўп йиллар мобайнида «ЎзР ФА маърузалари» ва «Механика муаммолари» журналлари, «Ҳисоблаш ва амалий математика масалалари», «Алгоритм» тўпламлари хайъат тахририяти, ЎзР ФА раёсати қошидаги «Кибернетика» ва «Механика» муаммовий ҳамда 2 ихтисослашган кенгаш, амалий ва назарий механика бўйича Россия миллий комитети аъзоси бўлган.

ЎзР ФА академиги, ф.-м.ф.д, профессор, Беруний номидаги Давлат мукофоти совриндори ўзбек халқининг буюк олимларидан бўлган Тожибой Бўриев 2008 йил 27 июлда бу ёруғ оламни тарк этди. Тожибой Бўриев ҳаёт бўлганида 80 ёшга тўлар эди. Унинг хотираси ҳар доим шогирдлари ва издошлари ёдида сақланади.

Журнал тахририяти

О ДОСТИЖЕНИЯХ В НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА САРВАРА МУКАДИРОВИЧА КАДИРОВА

30 декабря 2016 г. была историческая встреча Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиёева с академиками. Шавкат Мирзиёев как Президент поставил перед академиками крупные научные задачи. Каждый академик должен оставить глубокий след в своей отрасли и подготовить плеяду ученых, написать учебники, художественные книги и т.п.



Одним из таких ученых является Сарвар Кадилов. Он – автор более 70 учебников, словарей, монографий, а также свыше 50 художественных книг на узбекском, русском и английском языках.

С.М. Кадилов – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» Ташкентского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог (ТИПСЭАД).

Родился в 1940 г.

В 1962 г. с отличием окончил Ташкентский политехнический институт.

В 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию в МАДИ на тему «Исследование параметров смесеобразования и топливоподачи автомобильного быстроходного короткоходного дизеля».

Переводчик впервые в республике в 1976 г. изданного учебника на узбекском языке «Автомобильные двигатели». В 1980 – 1992 гг. профессором С.М. Кадиловым написаны и изданы учебники на узбекском и русском языках: «Ички ёнув двигателлари», «Двигател ва автомобиллар назарияси», «Долговечность авто-тракторных дизелей в условиях Средней Азии», «Автомобил ва трактор двигателлари», «Двигатели внутреннего сгорания».

В 1984 г. защитил докторскую диссертацию в ЛСХИ на тему «Решение проблемы повышения топливно-энергетических и ресурсных показателей мобильных машин в условиях высоких температур и запыленности воздуха».

В 1989 г. награжден почетным званием «Заслуженный деятель науки Узбекистана», в 2000 г. – званием «Заслуженный работник транспорта Каракалпакстана».

В 1991 г. избран членом-корреспондентом Узбекской академии сельскохозяйственных наук.

В 1995 г. за новые конструкции воздухоочистителя, топливного бака и за учебник «Автомобильные и тракторные двигатели» С.М. Кадилов был удостоен Международной премии имени Аль-Хорезми, врученной Президентом Ирана на Всемирном научно-техническом фестивале. По учебнику С.М. Кадилова «Автомобильные и тракторные двигатели» обучаются в Индии, Китае, Турции, Иране, Египте и других странах.

В 1986 – 1996 гг. – заведующий кафедрой «Производство и ремонт автомобилей» и, поднявший ее авторитет на республиканский уровень.

С 1995 – 2005 гг. – ректор Ташкентского автомобильно-дорожного института (ныне ТИПСЭАД). В период его ректорства институт приобрел международный авторитет, поднялось качество подготовки кад-

ров, началась целенаправленная работа с одаренными студентами. В институте функционировал “Факультет одаренных студентов и магистрантов” и несколько Республиканских центров. Процветание института связано с именем С.М. Кадилова.

С.М. Кадилов – академик ряда Международных академий: Нью-Йоркской, Информатизации, Инженерной и Гуманизма. Почётный профессор МАДИ (ГТУ), МГТУ “МАМИ” и ДжизПИ. Член клуба профессоров России. Занесен в Международную Энциклопедию и два раза был избран «Человеком года».

С 2007 г. работает на должности профессора и передаёт свои глубокие знания студентам, магистрантам, аспирантам и докторантам. Под его руководством подготовлены десятки магистров, 10 кандидатов наук и 3 доктора наук. Им создана научная школа, С.М. Кадилов внесен значительный вклад в двигателестроение и автомобилестроение.

С.М. Кадилов является автором более 100 учебников, учебных пособий, словарей, монографий и художественных книг на узбекском, русском и английском языках. Под руководством С.М. Кадилова подготовлены и изданы автотракторные словари: Англо-русско-узбекский; Русско-узбекский; Русско-узбекский (на латыни). В 2003 г. подготовлен и издан «Русско-английский автотракторный словарь», которым пользуются преподаватели и студенты России. В 2007 г. учебник «Автомобильные и тракторные двигатели» переиздан в Москве, а в 2013 г. – на английском языке в Индии под названием “Internal combustion engines”. В декабре 2016 г. автобиографический роман «Такдир» переиздан в США на английском языке под названием «The Fate» и установлен на сайте «Амазон». Как публицист создал ряд художественных книг: “Мустакиллик масъулияти”, “Билим – қалб зийнати”, “Ушалган орзулар”, “Якин уткан кунлар”, “Наука жить достойно” и роман «Недавно минувшие дни»; «Такдир» (автобиографический роман).

С.М. Кадилов – автор более 300 научных статей и 10 авторских свидетельств. Художественные книги посвящены независимости Узбекистана, науке, воспитанию, уважению к наставникам, вредному влиянию различных религиозных течений, борьбе с терроризмом и как стать современным специалистом и ученым. В своих лекциях он использует современные педагогические технологии интегрирующий обучающий комплекс (ИОК).

Жизненное кредо С.М. Кадилова – доброта и справедливость. Он талантливый последователь своих наставников, всегда опережает свое время. Его отличает огромная любовь к подрастающему поколению. С.М. Кадилов – благородный, целеустремленный педагог, генератор научных идей, признан в республике среди интеллигенции как один из лидеров, пользующийся заслуженным уважением и авторитетом.

Редакционная коллегия поздравляет Сарвара Мукадиловича Кадилова с 78-летием и желает ему здоровья, долгих лет жизни, успехов в благородном труде.

Редколлегия журнала

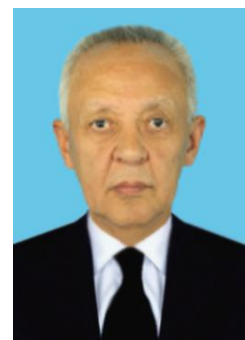
ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ, ПРОФЕССОР РАСУЛЬ ИСХАКОВИЧ КАРИМОВ 70 ЁШДА

Каримов Р.И. 1948 йил 7 март куни Тошкент шаҳрида туғилган. Миллати ўзбек. 1966 йили 42 – умумий ўрта таълим мактабини тамомлаб Тошкент политехника институтининг механика факультетига ўқишга кирди. 1971 йили “Автомобил ва тракторлар” мутахассислиги бўйича тамомлади.

1971 – 1976 йиллари Тошкент политехника институти стажёр-тадқиқотчиси аспиранти. 1976 – 1995 йилларида Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Механика ва иншоотлар сейсмик мустақамлиги институтида илмий ходим, катта илмий ходим, бош илмий ходим, лаборатория мудири лавозимларида ишлади. 1995 – 2005 йилларда Тошкент давлат техника университети машиналарни лойихалаш асослари кафедраси мудири. 2005–2012 йилларида Тошкент давлат техника университети материаллар қаршилиги, механизм ва машиналар назарияси кафедраси мудири. 2012–2015 йилларида - Тошкент давлат техника университети материаллар қаршилиги ва механика кафедраси профессори. 2015 – 2016 йилларида Тошкент давлат техника университети машина механизмлари ва деталлари кафедраси профессори. 2016 йилдан ҳозирги вақтгача Тошкент давлат техника университети назарий механика, машина ва механизмлар назарияси кафедраси профессори лавозимларида фаолият юритиб келмоқда.

1985 йилда номзодлик, 1993 йилда докторлик диссертацияларни ҳимоя қилди. 1995 йили ЎЗР ОАК томонидан унга профессор илмий унвони берилди.

Профессор Р.И. Каримовнинг илмий йўналиши “Даврий механизмларнинг кинематикаси, динамикаси ва синтези”га бағишланган. Бу йўналишдаги кўплаб халқаро ва республика миқёсида ўтказилган конференцияларда илмий маърузалар билан қатнашган. Илмий натижалари Австрия



Азәрбайжон, Германия, Беларусь, Россия, Украина ва бошқа давлатларнинг илмий журналларида чоп этилган. У томонидан 6 та монография 30 дан ортиқ патент ва ЭХМ учун яратилган дастурларга гувоҳномалар олинган ва 280 дан ортиқ илмий мақола ва тезислар, 1 дарслик, 9 та ўқув қўлланма (3 таси инглиз тилида), қўплаб услубий қўлланмалар ва кўрсатмалар чоп этилган.

Каримов Р.И. раҳбарлигида 7 та номзодлик, қўплаб магистрлик диссертациялари ҳимоя қилинди. Ҳозирги кунда 2 та PhD диссертациялари ҳимояга тайёрланмоқда.

Каримов Р.И. илмий ва илмий-педагогик кадрларни давлат аттестацияси ишларида фаол иштирок этмоқда. 1995 – 2014 йилларда ЎзР Олий Аттестация комиссиясининг техника фанлари бўйича эксперти, эксперт кенгаши раиси. Ҳозирги кунда ТошДТУ ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги PhD ва Doctor of Sciences илмий даражаларини берувчи Илмий Кенгаш аъзоси.

Каримов Р.И. қўплаб фундаментал, амалий ва инновацион грантларга раҳбарлик қилди. Ҳозирги кунда у АЖ «УЗМЕТКОМБИНАТ» билан тузилган ҳўжалик шартномасида кўрсатмалари билан фаол қатнашмоқда.

Унинг раҳбарлигида чигитни намловчи машина, тўқув станокларининг, ҳамир қориш машинасининг, пуркагичлар, ишчи органларининг юритмаларининг янги конструкциялари лойиҳаланди ва таёрланди. Фундаментал ва амалий изланишларнинг натижалари Азәрбайжоннинг Гажди шаҳри 2-Нон ва нон маҳсулотлар ишлаб чиқарадиган корхонада, Климовстекмаш бирлашмасида, Ўзбекистоннинг бир нечта тўқув корхоналарида татбиқ этилди.

Каримов Р.И. кўп вақтини иқтидорли талабалар билан ишлашга бағишлайди. Унинг раҳбарлигида иқтидорли талабалар иштирокида 15 дан ортиқ технологик машиналарда қўлланиладиган янги механизмлар лойиҳаланиб таёрланди. Бу механизмлар ҳозирги кунда “Механизм ва машиналар” назарияси фанидан амалий машғулотлар ва лаборатория ишларини бажаришда қўлланилмоқда.

Каримов Р.И. томонидан 30 дан ортиқ Механизмларнинг анимацион моделлари, вертуал лабораториялар ва ММН фанидан Курс лойиҳаларини тўлиқ Ахборот коммуникацион технологиялар асосида бажариш учун математик моделлар ва уларни ЭХМда ечиб таҳлил қилиш учун дастурлар тайёрланди ва ўқув жараёнида қўлланилмоқда.

Каримов Р.И. рус, инглиз тилларини мукаммал билади ва сўзлашади. Оилали 2 нафар фарзанди ва 3 та набираси бор.

“Механика муаммолари” Ўзбекистон журнали таҳририяти Р.И. Каримовни қутлуғ кун – табаррук 70 ёш билан самимий муборакбод этиб, келгуси ишларида муваффақиятлар, сийҳат саломатлик, юртимизнинг рақобатбадош ва малакали кадрларини тайёрлашида куч-қувват ва улкан зафарлар тилайди.

Журнал таҳририяти

МУНДАРИЖА

Тошкент темир йўл муҳандислари институтининг бугуни ва келажак стратегияси.....	3
Пахтани дастлабки ишлаш техника ва технологияларини ривожлантириш йўлида.....	5
А. Абдусаттаров, Н.Х. Сабиров. Цистерна типдаги қўшма қобик конструкцияларини чегаравий масаласини чекли айирмалар усулида ечиш.....	6
А.И. Адилходжаев, В.И. Кондращенко, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой. Голографик интерферометриянинг физикавий тамойиллари ва уни композит материалларни тадқиқот қилишдаги имкониятлари ҳақида.....	12
К.И. Байманов, Р.К. Байманов. Кўприк йўлакларини лойиҳалашда дарёнинг табиий деформацияларини ҳисобга олиш.....	17
А.М. Каримов. Даврий тузилишли ёпишқоқ эластик аралаш муҳитнинг динамик масалаларини ечиш учун ўрталаштириш усули.....	21
Р.И. Каримов, Н.Н. Бегимов. Кулачок-ричагли механизмнинг динамик моделлаштиришда етакловчи звенонинг эластиклигини ҳисобга олиш.....	24
Ю. Кўпалова, Б. Қузиев, Ж. Каримбердиев. Пахтани қуришиш барабанида иссиқлик алмашув жараёнларини таҳлили.....	27
К.С. Лесов. Янги минтакавий темир йўллар қурилиши ҳажмий кўрсаткичларини аниқлаш.....	31
М.М. Мирахмедов, М.К. Музаффарова. Кўчма қумларни қотиришда ресурсларни тежаш.....	34
З.Э. Мирсалихов. Тезюрар поездларнинг вибродинамик таъсирдан ер полотноси грунтларининг тебраниш жараёнини тақиқ қилиш.....	39
М.М. Мукимов. Тўқимачилик саноатида инновацион ишланмаларнинг ўрни.....	42
Н.А. Наврузов. Жин хом ашё валигининг тузилма таркибини аниқлаш методикаси ва таҳлили.....	46
Р.Х. Пирматов, А.В. Захаров. Массив қатлам ёки муҳит чегарасида товуш ўтишини тушиш бурчагига боғлиқлиги.....	50
Т.Р. Рашидов, Б. Мардонов. Кўндаланг кесим юза инерция моментининг ер ости қувурлар бўйлаб тарқалаётган стационар тўлқинлар параметрларига таъсирини баҳолаш.....	55
И.Қ. Сабиров. Толали материалларни тозалаш ОН-6-3М ускунасини пахта тозалаш корхоналари толали чиқиндиларини тозалаш тадқиқоти.....	59
З.А. Собирова, С.Ш. Ташпулатов, И.В. Черунова. Мўйнали кийимлардан тайёрланган кенг миқёсли деталларнинг шакли барқарорлигини ҳар томонлама баҳолаш.....	62
Ш.С. Файзибаев, Э.С. Набиев. Темир йўл филдираги материалидаги ҳарорат кучланишлари.....	67
Б.Б. Хакимов, С.И. Худайкулов. Биоэтанол ва дизель ёнилғиси аралашмаси параметрларини аниқлашнинг диаграмма усули.....	69
У.З. Шермухамедов. Сейсмик таъсирларни ҳисобга олиб кўприк четки таянчига бикир боғланган икки массали тизим назарияси тадқиқотининг ўзига хос хусусиятлари.....	73
Е.В. Шипачева, Д.Т. Шарипова. Қуёш радиациясини ҳисобга олган ҳолда кўп қатламли қурилиш конструкцияларида иссиқлик узатишни ҳисоблаш усули.....	76

Илмий ахборотлар

В.А. Галиаскаров, Ф. Адиллов, Р.А. Абиров. Материалларни мурракаб юкланиш ҳолатидаги хусусиятларини экспериментал изланишларини модернизациялаш.....	80
Ю. Кўпалова, А. Қаямов, Х. Пардаев. Қуришиш барабани юзасини кизиш температурасини ошириш.....	83
А. Маматов, А. Қаямов. Толанинг штапел масса узунлигига қуришиш агенти ҳарорати ва қуришгич унумдорлигининг таъсири.....	86
Д.М. Мухаммадиев, Х.Ж. Абдугаффаров. Винтли конвейер машина агрегатининг ишчи органлари ҳаракатини тадқиқ қилиш.....	89
Н.Б. Мукимов. Нотекис намланган толани сақлаш муддатини уни рангига таъсири.....	95
Н.А. Наврузов, И. Шамсиев. Жин ишчи камерасида хом-ашё валиги таркибини ўзгариш динамикаси.....	98
А. Парпиев, И. Собуров, Н. Мукимов. Юқори намликдаги пахталарни марказлаштирилган ҳолда қуришиш.....	101
И.Н. Хусанов, Г.Н. Цой. Тезланма ва инерциал деформацияланувчи ноньютон муҳитларнинг реологик параметрларини аниқлаш.....	104
М.К. Усаров, Г.Т. Аюбов. Бинони пластинасимон континуаль модели асосида динамик ҳисоблаш.....	108

Хроника

ЎзР ФА академиги, ф.-м.ф.д., профессор, Беруний номидаги Давлат мукофоти совриндори Тожибой Бўриевни хотирлаб.....	112
Техника фанлари доктори, профессор Сарвар Мукадирович Қодировнинг илмий – педагогик фаолиятидаги ютуқлари.....	114
Техника фанлари доктори, профессор Каримов Расуль Исхакович 70 ёшда.....	115

СОДЕРЖАНИЕ

Настоящая и будущая стратегии Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.....	3
На пути развития техники и технологий первичной обработки хлопка	5
А. Абдусаттаров, Н.Х. Сабилов. К решению разностных краевых задач составных оболочечных конструкций типа цистерны.....	6
А.И. Адылходжаев, В.И. Кондращенко, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой. О физических принципах голографической интерферометрии и возможностях её применения в исследованиях композитных материалов.....	12
К.И. Байманов, Р.К. Байманов. Учет природных деформаций русел рек при проектировании мостовых переходов.....	17
А.М. Каримов. Некоторые методы решения динамических задач вязкоупругих композитов квазипериодической структуры.....	21
Р.И. Каримов, Н.Н. Бегимов. Моделирование динамики кулачкового-рычажного механизма при учете упругости ведомого звена.....	24
Ю. Купалова, Б. Кузиев, Ж. Каримбердиев. Анализ теплообменных процессов в барабанной сушилке.....	27
К.С. Лесов. Определение объемных показателей строительства новых региональных железных дорог.....	31
М.М. Мирахмедов, М.К. Музаффарова. Ресурсосберегающее закрепление подвижных песков.....	34
З.Э. Мирсалихов. Исследования колебательного процесса грунтов земляного полотна при вибродинамическом воздействии скоростных поездов.....	39
М.М. Мукимов. Место инновационных разработок в текстильной промышленности	42
Н.А. Наврузов, И. Шамсиев. Динамика изменения состава сырцового валика в рабочей камере джина..	46
Р.Х. Пирматов, А.В. Захаров. О зависимости прохождения звука от угла падения на границу сред или массивный слой.....	50
Т.Р. Рашидов, Б. Мардонов. Оценка влияния поперечной инерции сечения на параметры распространяющихся стационарных волн в подземных трубопроводах.....	55
И.К. Собиров. Исследование очистителя ОН-6-3 м при очистке волокнистых отходов хлопкозаводов.....	59
З.А. Собирова, С.Ш. Ташпулатов, И.В. Черунова. Комплексная оценка формоустойчивости цельноформованных объемных деталей меховых изделий.....	62
Ш.С. Файзибаев, Э.С. Набиев. Температурные напряжения в материале железнодорожного колеса....	67
Б.Б. Хакимов, С.И. Худайкулов. Диаграммы определения параметров смеси дизельного топлива и биоэтанола.....	69
У.З. Шермухамедов. Особенности теории двухмассовой системы с жестко присоединенной концевой частью моста с учетом сейсмических воздействий.....	73
Е.В. Щипачева, Д.Т. Шарипова. Метод решения теплопереноса в многослойных строительных конструкциях с учетом солнечной радиации.....	76

Научные сообщения

В.А. Галиаскаров, Ф. Адилов, Р.А. Абиров. К усовершенствованию методов проведения экспериментальных исследований на сложное нагружение.....	80
Ю. Купалова, А. Каюмов, Х. Пардаев. Повышение температуры нагрева поверхности барабанной сушилки.....	83
А.З. Маматов, А.Х. Каюмов. Влияние температуры сушильного агента и производительности сушилки на штапельную массодлину волокон.....	86
Д.М. Мухаммадиев, Х.Ж. Абдугаффаров. Исследование движения рабочих органов машинного агрегата винтового конвейера.....	89
Н.Б. Мукимов. Влияние срока хранения неравномерно увлажненного волокна на его внешний вид.....	95
Н.А. Наврузов, И. Шамсиев. Динамика изменения состава сырцового валика в рабочей камере джина..	98
А. Парпиев, И. Собуров, Н. Мукимов. Централизованная сушка высоковлажного хлопка-сырца...	101
И.Н. Хусанов, Г.Н. Цой. Определение реологических параметров неньютоновских сред, деформируемых ускоренно и по инерции.....	104
М.К. Усаров, Г.Т. Аюбов. Динамический расчет здания на основе континуальной пластинчатой модели..	108

Хроника

Памяти лауреата государственной премии им. Беруний, академика АН РУз, д.ф.-м.н., профессора Тажибая Буриева..	112
О достижениях в научно-педагогической деятельности доктора технических наук, профессора Сарвара Мукадировича Кадилова	114
Доктору технических наук, профессору Расуль Исхаковичу Каримову – 70 лет.....	115

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ УЗБЕКСКОГО ЖУРНАЛА «ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ»

Уважаемые коллеги! Редакция журнала «Проблемы механики» рекомендует авторам придерживаться нижеприведенных правил при подготовке статей – это ускорит процесс опубликования Ваших статей.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЬИ

1. Объем статьи должен быть 4 страницы машинописного текста. Текст статьи следует представлять в электронном варианте – в редакторе Microsoft Word, формате А4. Поля слева – 2 см; справа, сверху, снизу – 2.5 см. Текст статьи печатается через одинарный интервал, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11 пт; в распечатанном виде – 2 экз. На каждом экземпляре в конце статьи должны быть подписи авторов.
2. К статье прилагаются: список литературы, аннотации на узбекском, русском и английском языках (объем – 3–4 строки). Титульная страница должна содержать УДК, инициалы и фамилию (или фамилии) автора (ов), затем – название статьи прописными буквами. Под списком литературы необходимо указать институт или организацию, представившую статью, и дату её поступления. На отдельной странице указать сведения об авторах, их контактные телефоны и адреса электронной почты.
3. Для каждой представляемой статьи должны быть: Акт экспертизы; решение семинара лаборатории (кафедры) или той организации, где работает автор. Необходимо также официальное сопроводительное письмо руководителя организации на имя главного редактора журнала академика Т.Р. Рашидова, в котором указываются возможные варианты финансирования статьи.
4. Представленная статья проходит не одну предварительную экспертизу. Независимо от результата экспертизы статья автору не возвращается. Решение о публикации статьи в журнале принимается главным редактором совместно с членами редколлегии по специализации представленной статьи. Просьба редакции о переработке статьи в соответствии с замечаниями рецензента не означает, что статья принята к печати. После переработки статья вновь рассматривается редколлекцией. После переработки к новому варианту текста статьи прилагается письмо автора (ов), в котором даются подробные ответы на замечания и вопросы, поставленные в отзыве рецензента, и комментируются все исправления, внесенные в текст рукописи в процессе переработки. После принятия к публикации статья редактируется научным редактором.
5. Каждый автор в обязательном порядке должен иметь квитанцию на годовую подписку журнала.
6. Автор(ы) должны гарантировать обеспечение финансирования публикации статьи.

ОФОРМЛЕНИЕ ФОРМУЛ

Формулы и обозначения должны быть четкими и крупными. Для набора формул использовать Microsoft Equation 3.0: обычный 11 пт, крупный индекс 7 пт, мелкий индекс 5 пт, крупный символ 16 пт, мелкий символ 11 пт.

По возможности рекомендуется избегать субиндексов (индексы у индексов). Готические и русские буквы в формулах не используются. Разметка формул обязательна, если на них имеется ссылка в тексте.

Обозначения должны быть простыми и понятными, следует избегать нагромождения индексов.

ОФОРМЛЕНИЕ РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Размеры рисунков (графиков и фотографий) не должны превышать 15 – 17 см. Бледные, плохо пропечатанные рисунки не принимаются. Фотографии должны быть хорошего качества, четкими и контрастными.

Подрисовочные подписи и таблицы печатаются через одинарный интервал, шрифт Times New Roman, размер шрифта 9 пт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на литературные источники указываются в квадратных скобках в порядке цитирования в тексте.

Список литературы приводится в конце в соответствии с ГОСТ (ниже приведены примеры оформления списка литературы).

При цитировании, если необходимо выделение конкретных страниц монографии или учебного пособия, следует их указывать после номера ссылки: [1. С. 125 – 128].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ляхов Г.М. Волны в грунтах и пористых многокомпонентных средах. М.: Наука, 1982. – 286 с.
- [2] Сагдиев Х.С., Саидий С.А., Тешабоев З.Р., Фасахов В.Г. Инженерный анализ последствий землетрясения 20.07.2011 г. // Проблемы механики. 2011. № 2. С. 8 – 13.
- [3] Ашрабов А. А. К исследованию контактных взаимодействий в трещинах железобетонных элементов // Сб. трудов РААСН. М., 2009. С. 89 – 94.
- [4] Аббасханов М.Н. Разработка технических средств и технологий по водосбережению и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель: Дис. ... канд.техн.наук. Ташкент, 2011. – 119 с.
- [5] Махкамов Р.Г., Негматов С.С., Гулямов Г. и др. Композиционные материалы на основе древесины и модифицированных полимеров // Композиционные материалы. Ташкент. 2004. № 1. С.60 – 61.
- [6] Отчет о НИР по теме: «Экспериментально-теоретические исследования сейсмообеспеченности эксплуатируемых школьных зданий с учётом физического износа и разработка рекомендаций по применению эффективной технологии усиления строительных конструкций для обеспечения сейсмостойкости». Ташкент, 2005. – 327 с.
- [7] СН–8–57. Нормы и правила строительства в сейсмических районах. М.:Госстройиздат, 1958. – 102с.
- [8] Патент РУз № 03270. Винтовой конвейер / Шукуров М. М. , Махкамов Р. Г., Негматов С.С., Гулямов Г. и др. // Расмий ахборотнома. 2007. № 2.