

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

МЕХАНИКА
МУАММОЛАРИ

O‘ZBEKISTON
JURNALI

2
2015

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. отв. секретаря – докт. техн. наук, проф. Г.Х. ХОЖМЕТОВ

Члены редколлегии: докт. техн. наук, проф. А. АБДУСАТТАРОВ,
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. КОРПУНОВА,
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, ул. Ф. Ходжаева, 31.
Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз

Телефон: + 99871 262-78-34
Факс: +99871 262-71-52
E-mail: tur.rashidov@list.ru

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИДА
ИЛМИЙ ВА ИННОВОЦИОН ИШЛАНМАЛАР**

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2008 йил 15 июлдаги ПҚ-916-сонли “Инновацион лойиҳалар ва технологияларни ишлаб чиқаришга татбиқ этишни рағбатлантириш борасидаги қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорига асосан ҳар йили ўтказилиб келинаётган “Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар Республика ярмаркаси”да Тошкент темир йўл муҳандислари институтининг ёш олимлари ҳамда профессор-ўқитувчилари ўзларининг инновацион ғоялари билан фаол иштирок этиб келмоқдалар.

Бугунги кунда мураккаб инфраструктурага эга бўлиб, халқ хўжалигининг турли соҳалари учун мутахассислар тайёрлаб келаётган Тошкент темир йўл муҳандислари институти таркибида қурилиш, иқтисодиёт, ташишни ташкил этиш ва транспорт логистикаси ва электромеханика факультетлари ҳамда магистратура бўлими мавжуд бўлиб, уларда 20 та таълим йўналиши бўйича 3905 та ва 12 та мутахассислик бўйича 181 та, жами 4093 та талаба таҳсил олиб келмоқда.

Юқорида санаб ўтилган факультетлар таркибида 23 та кафедра фаолият юритиб, улардан 15 таси ихтисослашган кафедра ва улар бевосита “Ўзбекистон темир йўллари” акциядорлик жамиятининг бошқармалари, марказлари ва бошқа тизим бирликлари корхона, ташкилот ва муассасалари, шунингдек бошқа тармоқлари буюртмалари асосида мутахассислар тайёрлайди.

Таълим даргоҳида профессор-ўқитувчилар таркиби 289 кишидан иборат бўлиб, уларнинг 15 таси фан доктори, профессор, 89 таси фан номзоди, доцентлардир.

Профессор-ўқитувчилар жамоасининг 36 фоизини илмий даража ва унвонга эга бўлган педагог кадрлар ташкил қилади.

Институт профессор-ўқитувчилари таркибини янада ёшартириш, илмий салоҳиятини кўтариш, замонавий билим ва кўникмаларга эга илмий-педагогик кадрлар тайёрлашга қаратилган ҳамкорлик ишларини давом эттириш мақсадида жорий йилнинг 30 апрелида Корейнинг “Сеул фан ва технологиялар миллий университети” билан “Фан ва технологиялар соҳаси”ни ривожлантириш мақсадида ҳамкорлик шартномаси имзоланди.

Кўп йиллар давомида Россия федерациясининг турдош ва етакчи олий таълим муассасалари билан ҳамкорлик ишлари йўлга қўйилган бўлиб, бугунги кунда Москва ва С.Петербург давлат темир йўл университетлари, Миллий тадқиқотлар ва технологиялар университети (Москва пўлат ва қотишмалар институти) аспирантурасини битирувчилари номзодлик диссертацияларини ҳимоя қилиб (2013-2014 ўқув йилида 4 та, 2014-2015 ўқув йили бошидан шу кунга қадар 6 нафари), институтимиз профессор-ўқитувчилари қаторига қўшилдилар.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2011 йил 20 майдаги “Олий таълим муассасаларининг модий-техник базасини мустаҳкамлаш ва юқори малакали мутахассислар тайёрлаш сифатини тубдан яхшилаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-1533-сонли Қарорида белгиланган чора-тадбирлар режасига мувофиқ тавсия этилган намуна асосида 444 та фандан ўқув-услугий мажмуа яратилади. Ушбу ўқув йилида мажмуаларни янада бойитиш ишлари давом эттирилиб, уларнинг электрон нусхалари локал тармоққа жойлаштирилмоқда.

Фанларни ўқитишда самарали педагогик технологияларни кенг жорий этиш, мавжуд ўқув-лаборатория жиҳозларини модернизациялаш, янги типдаги замонавий асбоб-ускуналар билан бойитиш ишлари босқичма-босқич амалга ошириб келинмоқда.

Ўтган йиллар давомида поездлар ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш, темир йўлнинг эксплуатация фаолияти ва логистика марказлари ишини такомиллаштириш мақсадида “Поездлар ҳаракатини ташкил этиш” ва “Логистика маркази ишини ташкил этиш” лабораториялари мавжуд бўлиб, бугунги кунда бу каби лабораториялар сони яна учтага кўпайди. Замонавий асбоб-ускуналар билан жиҳозланган “Материалшунослик ва пайвандлаш” илмий-тадқиқот лабораторияси, “СЦБ и связи” илмий-тадқиқот лабораторияси ҳамда “Йўл ва йўл хўжалиги” илмий-тадқиқот лабораториялари ташкил этилган бўлиб, ушбу лабораторияларда институтнинг 20 нафардан ортиқ ёш олимлари ҳамда профессор-ўқитувчилари илмий-тадқиқот фаолияти билан шуғулланиб келмоқдалар.

Бугунги кунда ушбу лабораторияларда темир йўл транспортининг турли соҳалари бўйича илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда. Буюртмачи корхоналар, ташкилотлар томонидан

тақдим қилинаётган материаллар таҳлили амалга оширилиб, тегишли хулосалар бериб келинмоқда.

"СЦБ и связи" илмий-тадқиқот лабораторияси ёш олимлари томонидан масофадан туриб станция перегонларида темир йўл транспортининг бошқарувида автоматика ва телемеханика қурилмаларини назорат қилиш ва бошқариш поездлар ҳаракатини назорат қилиш уларни рўйхатга олиш қурилмасини ишлаб чиқиб ҳозирги кунда ушбу қурилмани "Ўзбекистон темир йўллари" АЖнинг "Ўртаовул" станциясида синовдан ўтказилиб умумий қиймати 700 млн.сўмни ташкил этадиган хўжалик шартномасини имзолаш арафасида турибди.

Институт мутахассислари яна учта тизим бўйича "Ҳаракат таркиби", "Муҳандислик коммуникациялари", ва "Контакт тармоғи" илмий-тадқиқот лабораторияларини ташкил этиш ва ишга тушириш устида иш олиб бормоқдалар.

Компания миқёсида амалга оширилаётган кенг қўламли техник-технологик ва ижтимоий, иқтисодий ислохотлар, замонавий техника ва технологияларнинг ишлаб чиқаришга жорий этилиши, янги ишлаб чиқариш қувватларининг фойдаланишга топширилиши, юқори тезликда ҳаракатланувчи йўловчи поездлар доимий қатновининг йўлга қўйилиши, қуюв ишлаб чиқаришининг ташкил этилиши ва бошқа шу каби омиллар таъсирида институтда олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш тизими қайта кўриб чиқилмоқда.

Хусусан, ўзлаштирилаётган янги ишлаб чиқариш йўналишларининг олий маълумотли мутахассисларга бўлган талабларини тўлиқ қондиришга қаратилган ишлар доирасида "Комплексная программа Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта по подготовке кадров по скоростному и высокоскоростному движению на 2013-2018 годы и повышению качества подготовки специалистов для ГАЖК "ЎТЙ"" дастури тайёрланди ва Компания бошқаруви раиси томонидан тасдиқланди.

Темир йўл транспорти тизимида олиб борилаётган ислохотларни амалга оширишда юзага келаётган техник, технологик ва иқтисодий масала ва муаммолар ечимини топиш, уларни илмий нуқтаи-назардан асослаш йўналишида институтимиз порфессор-ўқитувчилари фаол иштирок этмоқдалар. Институтимиз олимларининг "Ўзбекистон Республикасида тезювар йўловчи поездлар ҳаракатини ривожлантириш дастури"га мувофиқ поездларнинг 200-250 км/с тезликда ҳаракатланишини таъминловчи электрлаштирилган линиялар қурилишини лойиҳалаш ва уларнинг эксплуатацияси жараёнида фаол иштирокини эътироф этиш мақсадга мувофиқ. Шунингдек, тезювар ва юқори тезликдаги поездлар ҳаракатини йўлга қўйиш, унинг учун юқори малакали мутахассислар тайёрлаш мақсадида ҳам институтда қатор ишлар амалга оширилмоқда.

Жорий ўқув йили давомида ёш илмий-тадқиқотчиларимизнинг 9 таси номзодлик диссертацияларини ҳимоя қилдилар.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги фан ва технологияларни ривожлантиришни мувофиқлаштириш қўмитаси томонидан эълон қилинган танловларда профессор-ўқитувчиларимиз фаол иштирок этиб келмоқдалар Хусусан, "2015 йил учун Давлат грантлари танлови"да қатнашган институтимиз профессор-ўқитувчиларининг кўпчилиги давлат гранти соҳибига айланишди. Давлат грантининг умумий сони 26 тани ташкил этиб, бу кўрсаткич ўтган йилларга нисбатан уч баробар ошган.

Хўжалик шартномалари асосида умумий қиймати 638,572 млн.сўмлик 17 лойиҳа бажарилиб, улардан 8 таси ишлаб чиқаришга татбиқ қилинди. Институт профессор-ўқитувчилари томонидан 14 та ихтирога муаллифлик патентлари олинди. Профессор-ўқитувчилар томонидан 6 та монография ва темир йўл соҳаси учун 12 та қўлланма чоп этилди.

Институтимизда фаолият юритаётган ёш профессор-ўқитувчилардан ташкил топган ва фаолият юритаётган "Ёш олимлар кенгаши" томонидан тезювар поездларнинг ҳаракати бўйича инновацион Марказ ташкил этилди ва унда темир йўллар қурилиши; темир йўлларнинг ҳаракатидаги таркиби; контакт тармоғи; автоматика, сигналлаштириш ва алоқа йўналишларида илмий изланишлар ва алоқа йўналишларида илмий изланишлар олиб борилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2012 йил 24 июлдаги ПФ-4456-сонли фармонида мувофиқ тасдиқланган янги "Магистратура тўғрисидаги низом" асосида магистратура фаолияти ва магистрлик диссертацияларининг ташкил этилиши ва амалга оширилиши юзасидан магистратура бўлими томонидан ишлар олиб борилмоқда, магистрлик диссертация мавзулари ва илмий раҳбарлар рўйхати қайта кўриб чиқилди.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2012 йил декабридаги “Чет тилларни ўрганиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-1875-сонли қарорида белгиланган вазифалар ижросини таъминлаш бўйича чоралар режаси ишлаб чиқилиб тасдиқланди.

Ўзбекистон Республикаси «Таълим тўғрисида»ги Қонуни ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури”нинг бажарилиши йўлда олиб борилаётган ишларнинг ўзига хос хусусиятларидан келиб чиқиб, Тошкент темир йўл муҳандислари институтида олий таълим ва ўрта-махсус, касб-хунар таълим ўртасидаги узвийлик ва узлуксизликни таъминлаш йўлида изчил фаолият олиб борилмоқда.

Журналнинг ушбу сонида Тошкент темир йўл муҳандислари институти профессор – ўқитувчиларининг 13 та мақоласи чоп этилмоқда. Журнал тахририяти журналнинг ушбу сонини тайёрлашдаги фаол иштироки учун, тахририят аъзоси т.ф.д., проф. А. Абдусаттаровга миннатдорчилик билдиради.

УДК 539. 5:621. 89

Т.О. АЛМАТАЕВ, С.С. НЕГМАТОВ, Т.С. ХАЛИМЖОНОВ, К.М. ЭРМАТОВ

ОСНОВНЫЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время композиционные материалы на основе полимеров, благодаря высокой прочности, твердости и целому ряду других свойств, нашли широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и в машиностроении. Разработан ряд композиционных полимерных материалов, которые рекомендованы для применения в рабочих органах машин и механизмов. Однако одними из недостатков этих материалов являются их низкая долговечность и износостойкость.

Задача современного материаловедения состоит в создании полимерных композитов с высокими физико-механическими и триботехническими свойствами. Как известно [1 – 5], для повышения физико-механических и других свойств полимерных композитов применяют различные методы физической обработки, в том числе и ультразвук. Эффективность ультразвуковой обработки увеличивается, если ее проводить при сравнительно высокой частоте и мощности.

Следовательно, механическое и химическое воздействие ультразвука особенно проявляется при высоких частотах колебания и мощности, что способствует диспергированию и перемешиванию дисперсных систем, дегазации жидкостей и расплавов, интенсификации процесса полимеризации и других технологических процессов [2].

В связи с этим исследования триботехнических свойств обработанных ультразвуком композиционных полимерных материалов и повышение их работоспособности, отвечающие современным требованиям машин и механизмов, является актуальной задачей.

Наша цель – исследование и анализ триботехнических свойств композиционных полимерных материалов, обработанных ультразвуком. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать влияние режимов ультразвуковой обработки на триботехнические свойства (коэффициент трения и интенсивность изнашивания) композиционных полимерных материалов;
- установить корреляционную зависимость интенсивности изнашивания и коэффициента трения наполненных эпоксидных покрытий от режимов ультразвуковой обработки.

В качестве объекта исследования выбраны эпоксидные композиты и наполнители, обеспечивающие одновременно высокие антифрикционные и физико-механические свойства композиционных полимерных материалов (КПМ), таких как графит, каолин, тальк, сажа, фосфогипс, стекловолокно а также удовлетворяющие требованиям высокой износостойкости и твердости покрытий – это железный порошок, медный порошок и окись меди.

Триботехнические свойства полимерных покрытий определяли по ГОСТу 23.223-85 на усовершенствованном трибометре (патент РУз №1989). Для физической обработки полимерной композиции выбрана ультразвуковая установка с частотой 1000 кгц, позволяющая обрабатывать

композиции, варьируя мощность ультразвуковых колебаний от 80 до 250 Вт.

Результаты влияния вида наполнителя, режима трения и ультразвука на триботехнические свойства эпоксидных композитов показаны на рис. 1 и 2.

На основе проведенных экспериментальных исследований получены следующие результаты (см. рис. 1). Степень воздействия ультразвука на триботехнические свойства полимерных композитов зависит от вида и содержания наполнителя. Оптимальные значения продолжительности обработки ультразвуком эпоксидных композитов, наполненных фосфогипсом, составляют 30 – 35 мин., с графитом – 20 – 25 мин. При этом коэффициент трения эпоксидных композитов, наполненных фосфогипсом, снижается 0.27 – 0.22, а с графитом 0.27 – 0.21. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки ультразвуком приводит к увеличению интенсивности изнашивания и коэффициента трения эпоксидных покрытий, наполненных различными наполнителями. Из рис. 1 видно, что у эпоксидных композитов, наполненных графитом, каолином и фосфогипсом, с увеличением содержания наполнителя коэффициент трения изменяется экстремально с минимумом (при содержании 30 – 50 масс.ч.).

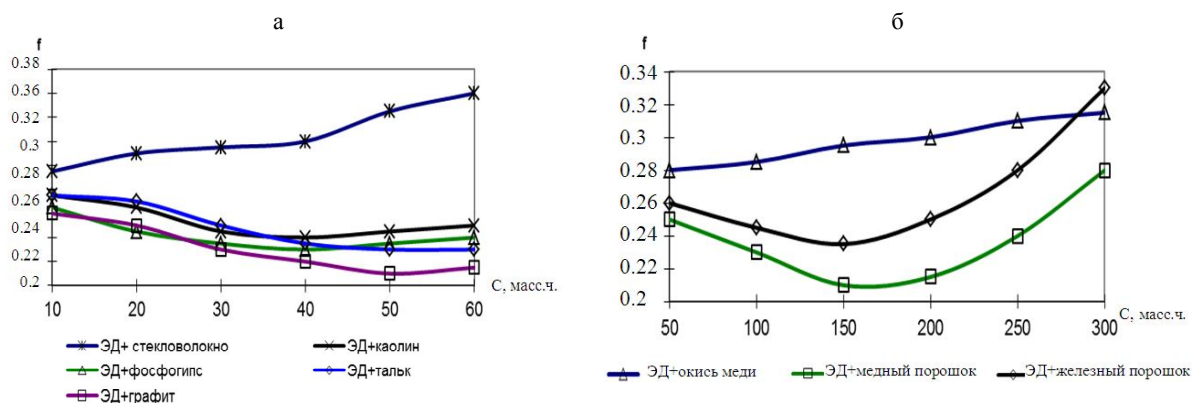


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения эпоксидных покрытий от содержания наполнителей: КПАМ обработаны ультразвуком: мощность $N=90$ Вт; время возд. $t=20$ мин.; $PV=0.04$ МПа·м/с

Аналогичный характер изменения триботехнических свойств эпоксидных композитов наблюдается при введении металлических наполнителей и их окислов, но при более высоких значениях наполнителей до 150 – 200 масс. ч. (см. рис. 2).

В работе экспериментально показано (рис. 3), что с увеличением содержания большинства наполнителей интенсивность изнашивания эпоксидных композиционных покрытий вначале снижается, затем, пройдя через минимум, увеличивается. Причем положение минимума и его величина зависит от вида наполнителя. Введение в композицию графита, каолина и сажи вызывает снижение интенсивности изнашивания покрытий, а введение стекловолокна – интенсивности изнашивания эпоксидных покрытий на один порядок. Износостойкость композиционных эпоксидных покрытий уменьшается с увеличением содержания всех наполнителей свыше 40 масс.ч. (кроме фосфогипса и стекловолокна), при этом у покрытий, наполненных графитом, она больше, чем у покрытий без наполнителя.

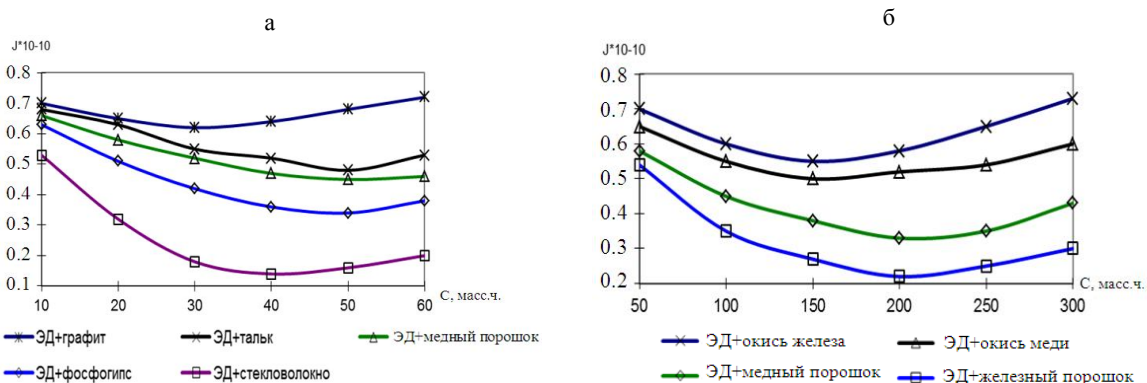


Рис. 2. Зависимость интенсивности изнашивания эпоксидных покрытий от содержания наполнителей: КПАМ обработаны ультразвуком: мощность $N=90$ Вт; время возд. $t=20$ мин.; $PV=0.04$ МПа·м/с

С увеличением содержания металлических наполнителей интенсивность изнашивания композиционных эпоксидных покрытий изменяется экстремально. Например, минимум интенсивности изнашивания наблюдается для окислов металла при 100 – 150 масс. ч., для медного и железного порошков – 200 – 300 масс.ч. С повышением их концентрации интенсивность изнашивания увеличивается (рис. 4).

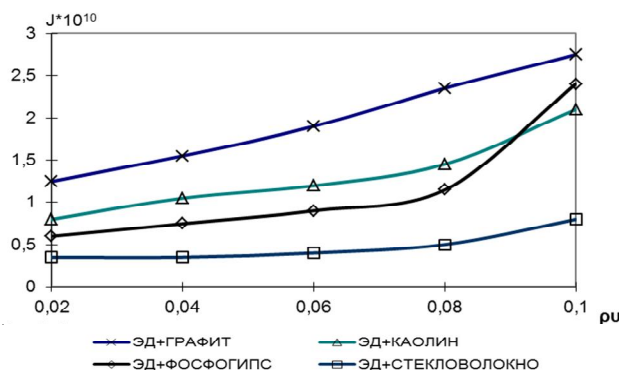


Рис. 3. Зависимость интенсивности изнашивания композиционных эпоксидных покрытий от энергетического фактора pu : КПП обработаны ультразвуком: мощность $N=90$ Вт; время возд. $t=20$ мин

Интенсивность изнашивания полимерных покрытий с ростом фактора PV увеличивается, причем с разной интенсивностью в зависимости от вида материала. Интенсивность изнашивания у всех покрытий имеет сравнительно одинаковую тенденцию до значения $PV=0.04$ МПа·м/с (рис. 5), а с увеличением PV до 0.08 МПа·м/с и более интенсивность изнашивания резко увеличивается. Высокой износостойкостью обладают покрытия, наполненные стекловолокном и фосфогипсом. Оптимальным значением фактора PV является 0.04 – 0.05 МПа·м/с.

Оптимальным содержанием наполнителей, при котором уменьшается коэффициент трения эпоксидных композиций, является 35 – 45 масс.ч. графита и фосфогипса, 150 – 250 масс.ч медного и железного порошков. Минимальное изнашивание эпоксидных композиций наблюдаются при 35 – 45 масс.ч. стекловолокна и фосфогипса, 200 – 250 масс.ч. железного и медного порошков (рис. 1 – 4).

Обработка ультразвуком позволяет получить высоконаполненные композиционные материалы, обладающие достаточно высоким комплексом физико-механических свойств. Модифицированные ультразвуком композиционные материалы и покрытия из них обладают достаточно высокой прочностью при наполнении 30 – 50 масс. ч., в то время как немодифицированные – при наполнении 20 – 30 масс.ч.

Микроскопические исследования структуры отвержденных полимерных композитов показали, что под воздействием оптимального режима ультразвука наблюдаются дезагрегатизация частиц наполнителей, уменьшение количества воздушных включений, образование более однородной структуры, равномерное распределение компонентов материала, чистота поверхности. Благодаря этому полученные композиционные материалы отличаются высокими показателями.

Увеличение продолжительности воздействия ультразвука более 30 – 40 мин. приводит к ухудшению свойств полимерных композитов. Это объясняется тем, что при этих режимах в материалах видимо протекают процессы деструкции, что приводит к снижению физико-механических свойств полимерных композитов. Улучшение физико-механических свойств композиционных эпоксидных полимеров после предварительной обработки композиций ультразвуком связано со структурными изменениями в полимере, характером распределения компонентов наполнителей в объеме, изменением величины поверхностного натяжения, вязкости и других физико-химических свойств композиций. Далее при обработке ультразвуком снижается величина поверхностного натяжения, что улучшает совместимость, взаимную диффузию компонентов, гомогенность наполненных композиций и адгезионное взаимодействие фаз. Улучшение свойств в оптимальных режимах обработки ультразвуком полимерных композитов на основе реактопластов можно объяснить дополнительным структурированием (повышением степени отверждения) и интенсификацией процесса отверждения. Это приводит к ориентации

структур, упрочнению полярности полимерных композитов, повышению твердости поверхностных слоев.

Таким образом, в работе показано, что с увеличением продолжительности ультразвукового воздействия интенсивность изнашивания и коэффициент трения покрытий уменьшаются. Наилучшие результаты для эпоксидных покрытий достигаются при продолжительности (τ_{ep}) 25 – 35 мин. Сравнительный анализ наполненных эпоксидных композиций, обработанных и не обработанных ультразвуком, показал, что интенсивность изнашивания покрытий, обработанных ультразвуком, снижается до 1.5 – 2 раз.

Зависимость интенсивности изнашивания и коэффициента трения от продолжительности воздействия ультразвукового поля носит, в основном, экстремальный характер. Оптимальное изменение этих свойств наблюдается при длительности обработки 25 – 35 мин. Дальнейшее увеличение длительности воздействия приводит к ухудшению свойств покрытий. Повышение мощности ультразвуковой обработки приводит к пропорциональному увеличению интенсивности изнашивания покрытий. Коэффициент трения композиционных покрытий изменяется незначительно до мощности ультразвука, равной 100 Вт, а дальнейшее ее увеличение приводит к резкому увеличению коэффициента трения и, тем самым, к снижению износостойкости покрытий. Анализируя эти данные, можно заключить, что для всех покрытий изменение интенсивности изнашивания и коэффициента трения коррелируется с изменением физико-механических свойств эпоксидных композитов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Головкин Г.С., Виноградов В.М., Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы. Свойства, структура, технологии. М.: Профессия, 2008. – 566 с.
- [2] Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. М.: НОТ, 2008. – 882 с.
- [3] Негматов Н.С., Халимжанов Т.С., Косимов И.С. Некоторые вопросы ультразвуковой обработки полимерных композитов // Научно-технический и практический журнал «Композиционные материалы». Ташкент. 2001. № 3. С. 80 – 82.
- [4] Алматаев Т.А. Физико-механические свойства полимерных композитов, обработанных ультразвуком // Вестник ТашГТУ. Ташкент. 2004. № 1. С. 131 – 136.
- [5] Алматаев Т.А. Исследование триботехнических свойств полимерных композитов, обработанных ультразвуком // Вестник Курганского государственного университета (Россия). 2014. № 2(33). Серия «Технические науки». Вып. 9. С. 46 – 51.

Андижанский машиностроительный институт

Дата поступления
15.06.2015

Т.О. Алматаев, С.С. Негматов, Т.С. Халимжонов, К.М. Эрматов. Модификацияланган композицион материалларнинг асосий триботехник хоссалари

Ушбу мақолада ультратовуш билан ишлов берилган композицион эпоксид полимер материалларнинг триботехник хоссалари бўлган ёйилиш интенсивлиги ва ишқаланиш коэффициентлари тажриба орқали тадқиқ қилинган. Ультратовуш билан ишлов берилган эпоксид полимер материалларнинг триботехник хоссаларига тўлдиргичларнинг тури ва миқдорини таъсири ҳақидаги тажриба натижалар олинган. Эпоксид полимер материалларнинг триботехник хоссалари билан ультратовуш режимлари орасидаги корреляцион боғлиқлик аниқланди.

T.O. Almataev, S.S. Negmatov, T.S. Halimjonov, K.M. Ermatov. The basic triboengineering properties of the modified composite polymeric materials

In the given work are experimentally investigated tribotechnical properties as intensity of wear process and factor of a friction composite epoxy the polymeric materials processed by ultrasound. Results of influence of a kind and the maintenance loading on tribotechnical properties composite epoxy polymeric materials depending on modes of ultrasonic processing are received. Correlation dependence of intensity of wear process and factor of a friction composite epoxy coverings from modes of ultrasonic processing is established.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИХ НАТЯЖЕНИЙ РАСТЯЖИМЫХ НИТЕЙ ОСНОВЫ ОКОЛО СКАЛО ШЕЛКОТКАЦКОГО СТАНКА

Рассмотрим задачу условия равновесия натяжений нитей основы, огибающих поверхности скало и первого ценового прутка (ПЦП) шелкоткацкого станка и деформируемых по линейному закону. Предположим, что натяжение и относительная деформация нитей основы на участке, расположенном между навоем и скало, известны. Найдем решения, которые позволяют при помощи заданных натяжений, относительной деформации, конструктивно-заправочной линии (КЗЛ) данного станка найти натяжение и относительную деформацию нитей основы на участке между скало и ПЦП, а также реактивные силы давления и трения нитей основы о поверхность скало.

Пусть нити основы растягиваются по закону Гука

$$K = E A_0 \varepsilon, \quad (1)$$

где K , E , A_0 , ε , $E A_0$ – сила натяжения, осредненный модуль упругости, начальная площадь поперечного сечения, относительная деформация растяжения и жесткость нити основы соответственно.

Предположим, что распределенные по участку контакта реактивные силы давления и трения приводятся к некоторой точке, лежащей на биссектрисе угла обхвата нитями основы поверхности скало.

Нити основы поочередно заправляются так, что одни нити огибают поверхности ПЦП сверху, а другие – снизу. Нити основы, огибающие ПЦП сверху, с горизонтальной осью x , проходящей через центр ПЦП, образуют положительный угол $\varphi_{0,C}$ (рис. 1), а нити основы, огибающие ПЦП, образуют с горизонтальной осью x отрицательный угол $\varphi_{0,C}$ (рис. 2).

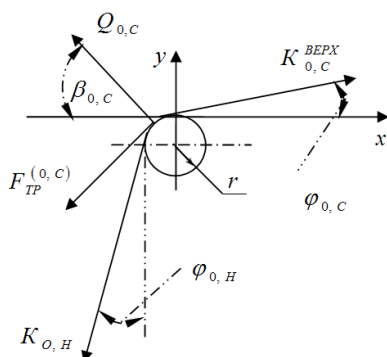


Рис. 1. Схема действия сил при заправке через скало нитей, огибающих поверхность первого ценового прутка сверху

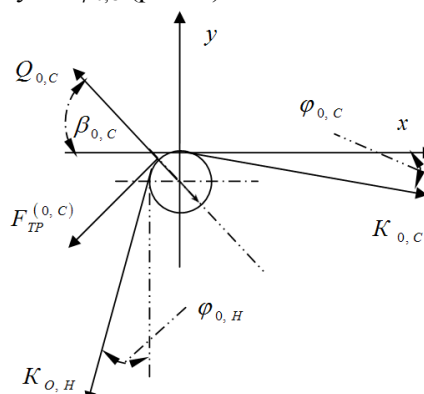


Рис. 2. Схема действия сил при заправке через скало нитей, огибающих поверхность первого ценового прутка снизу

Рассмотрим сначала условия равновесия натяжения нитей основы, огибающих поверхности ПЦП сверху. Предположим, что заправочное натяжение $K_{0,H}$ известно и требуется найти заправочное натяжение $K_{0,C}^{BEPX}$ нитей основы. Угол $\beta_{0,C}$, образованный между направлением равнодействующей реактивной силы давления $Q_{0,C}$ и горизонтальной осью x определяется по формуле

$$\beta_{0,C} = \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_{0,H} - \varphi_{0,C}}{2}. \quad (2)$$

Уравнения равновесия сил, действующих на нити основы на участке контакта с поверхностью скало, имеют следующий вид [1, 2]:

$$K_{0,C}^{BEPX} \cos \varphi_{0,C} - K_{0,H} \sin \varphi_{0,H} - f Q_{0,C} \sin \beta_{0,C} - Q_{0,C} \cos \beta_{0,C} = 0, \quad (3)$$

$$K_{0,C}^{BEPX} \sin \varphi_{0,C} - K_{0,H} \cos \varphi_{0,H} - f Q_{0,C} \cos \beta_{0,C} + Q_{0,C} \sin \beta_{0,C} = 0, \quad (4)$$

где f – коэффициент трения.

Уравнения (3) и (4), совместно с законом Гука (1) и следующим законом Кулона

$$F_{TP}^{(0,C)} = f Q_{0,C} \quad (5)$$

образуют замкнутую систему для определения всех неизвестных параметров.

Уравнения (3) и (4) приводятся к виду

$$\varepsilon_{0,C}^{BEPX} \cos \varphi_{0,C} - \varepsilon_{0,H} \sin \varphi_{0,H} - f Q_{0,C}^* \sin \beta_{0,C} - Q_{0,C}^* \cos \beta_{0,C} = 0, \quad (6)$$

$$\varepsilon_{0,C}^{BEPX} \sin \varphi_{0,C} - \varepsilon_{0,H} \cos \varphi_{0,H} - f Q_{0,C}^* \cos \beta_{0,C} + Q_{0,C}^* \sin \beta_{0,C} = 0, \quad (7)$$

где $\varepsilon_{0,C}^{BEPX}$ и $\varepsilon_{0,H}$ – относительные деформации нитей основы, огибающих поверхности ПЦП сверху, на участках между навоем и скало, а также между скало и ПЦП соответственно; $Q_{0,C}^* = Q_{0,C} / E A_0$ – приведенное значение силы давления нитями основы о поверхности скало.

Уравнения (6) и (7) служат для определения неизвестных относительной деформации $\varepsilon_{0,C}^{BEPX}$ и значения реактивной силы давления $Q_{0,C}^*$. Отсюда найдем следующее решение:

$$\varepsilon_{0,C}^{BEPX} = \frac{K_{0,H} (\eta_{C,12} \sin \varphi_{0,H} - \eta_{C,11} \cos \varphi_{0,H})}{(\eta_{C,12} \cos \varphi_{0,C} - \eta_{C,11} \sin \varphi_{0,C}) E A_0}, \quad (8)$$

$$Q_{0,C}^* = \frac{K_{0,H} \cos(\varphi_{0,H} + \varphi_{0,C})}{(\eta_{C,11} \sin \varphi_{0,C} - \eta_{C,12} \cos \varphi_{0,C}) E A_0}, \quad (9)$$

где

$$\eta_{C,11} = \cos \beta_{0,C} + f \sin \beta_{0,C}, \quad \eta_{C,12} = f \cos \beta_{0,C} - \sin \beta_{0,C}.$$

Полученные решения позволяют установить зависимости натяжения и относительной деформации области нитей основы, расположенных на участке между скало и ПЦП, а также реактивных сил, возникающих на поверхности скало от заправочного натяжения $K_{0,H}$, коэффициента трения и углов обхвата нитями основы поверхности скало, а также жесткости нити.

В табл. 1 представлены результаты численно-экспериментальных исследований. С ростом заправочного натяжения $K_{0,H}$ относительные деформации областей между навоем и скало, скало и ПЦП, а также натяжение и реактивные силы на поверхности скало возрастают. Возрастание коэффициента трения, при фиксированных значениях углов $\varphi_{0,H}$ и $\varphi_{0,C}$, приводит к увеличению относительной деформации области между скало и первым ценовым прутком, а также натяжения и реактивных сил на поверхности скало. Возрастание угла $\varphi_{0,H}$, при фиксированных значениях угла $\varphi_{0,C}$ и коэффициента трения, приводит к убыванию относительной деформации области между скало и первым ценовым прутком, а также натяжения и реактивных сил на поверхности скало. Возрастание угла $\varphi_{0,C}$, при фиксированных значениях угла $\varphi_{0,H}$ и коэффициента трения, приводит к убыванию относительной деформации области между скало и первым ценовым прутком, а также натяжения и реактивных сил на поверхности скало.

Таблица 1

Зависимости параметров равновесия нитей основы от заданных значений натяжения $K_{0,H}$, полученных при $f=0.2$, $E A_0=635H$, $\varphi_{0,H}=15^0$, $\varphi_{0,C}=5^0$

$K_{0,H}, H$	$f=0.2, E A_0=635H, \varphi_{0,H}=15^0, \varphi_{0,C}=5^0$				
	$10^2 \varepsilon_{0,H}$	$K_{0,C}^{BEPX}, H$	$10^2 \varepsilon_{0,C}^{BEPX}$	$Q_{0,C}, H$	$F_{TP 0,C}, H$
20	3.149606	26.53099	4.178109	26.69458	5.338916
22	3.464567	29.18409	4.59592	29.36404	5.872807
24	3.779528	31.83719	5.013731	32.03349	6.406699
26	4.094488	34.49029	5.431542	34.70295	6.940590

Рассмотрим теперь условия равновесия нитей основы, огибающих поверхности ПЦП снизу (см. рис. 2). В данном случае угол $\beta_{0,C}$ определяется по формуле

$$\beta_{0,C} = \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_{0,H} + \varphi_{0,C}}{2}. \quad (10)$$

Условия равновесия активных и реактивных сил, действующих на нити основы, принимают вид

$$K_{0,C}^{НИЖ} \cos \varphi_{0,C} - K_{0,H} \sin \varphi_{0,H} - f Q_{0,C} \sin n \beta_{0,C} - Q_{0,C} \cos \beta_{0,C} = 0, \quad (11)$$

$$-K_{0,C}^{НИЖ} \sin \varphi_{0,C} - K_{0,H} \cos \varphi_{0,H} - f Q_{0,C} \cos \beta_{0,C} + Q_{0,C} \sin \beta_{0,C} = 0. \quad (12)$$

Подставляя выражение (1) в уравнения (11) и (12), будем иметь

$$\varepsilon_{0,C}^{НИЖ} \cos \varphi_{0,C} - \varepsilon_{0,H} \sin \varphi_{0,H} - f Q_{0,C}^* \sin \beta_{0,C} - Q_{0,C}^* \cos \beta_{0,C} = 0, \quad (13)$$

$$-\varepsilon_{0,C}^{НИЖ} \sin \varphi_{0,C} - \varepsilon_{0,H} \cos \varphi_{0,H} - f Q_{0,C}^* \cos \beta_{0,C} + Q_{0,C}^* \sin \beta_{0,C} = 0. \quad (14)$$

Уравнения имеют следующее решение:

$$\varepsilon_{0,C}^{НИЖ} = \frac{K_{0,H} (\eta_{C,12} \sin \varphi_{0,H} - \eta_{C,11} \cos \varphi_{0,H})}{(\eta_{C,12} \cos \varphi_{0,C} + \eta_{C,11} \sin \varphi_{0,C}) E A_0}, \quad (15)$$

$$Q_{0,C}^* = \frac{-K_{0,H} \cos(\varphi_{0,H} - \varphi_{0,C})}{(\eta_{C,11} \sin \varphi_{0,C} + \eta_{C,12} \cos \varphi_{0,C}) E A_0}. \quad (16)$$

В табл. 2 приведены зависимости физических параметров равновесия рассматриваемых нитей основы от натяжения на участке между навоем и скало, коэффициента трения, жесткости нити на растяжение и углов обхвата нитями основы поверхности скало. Видно, что с ростом натяжения нитей основы, расположенных на участке между навоем и скало, при фиксированных значениях коэффициента трения и углов обхвата, натяжение и относительная деформация нитей основы расположенных на участке между скалом и ПЦП, а также модули реактивных сил контакта возрастают. Увеличение коэффициента трения приводит к заметным возрастаниям натяжения, относительной деформации участка между скалом и ПЦП нитей основы и величины реактивных сил контакта. Возрастания углов $\varphi_{0,H}$ и $\varphi_{0,C}$, т.е. углов обхвата нитями основы поверхности скало, приводят к падению натяжения и относительной деформации участка между и ПЦП нитей основы, а также реактивных сил поверхности контакта.

Таблица 2

Зависимости параметров равновесия нитей основы от заданных значений натяжения $K_{0,H}$, полученных при $E A_0 = 635 H$, $\varphi_{0,H} = 15^\circ$, $\varphi_{0,C} = 5^\circ$

$K_{0,H}, H$	$f=0.2, E A_0=635 H, \varphi_{0,H}=15^\circ, \varphi_{0,C}=5^\circ$				
	$10^2 \varepsilon_{0,H}$	$K_{0,C}^{НИЖ}, H$	$10^2 \varepsilon_{0,C}^{НИЖ}$	$Q_{0,C}, H$	$F_{TP}^{0,C}, H$
20	3.14960	28.0874	4.42322	29.4993	5.89986
22	3.46456	30.8962	4.86554	32.4492	6.48985
24	3.77952	33.7049	5.30786	35.3992	7.07984
26	4.09448	36.5137	5.75019	38.3491	7.66983

Перечисленные закономерности изменения и распределения натяжения и деформации между двумя рассматриваемыми участками нитей основы качественно совпадают с аналогичными показателями нитей основы, огибающих поверхности ПЦП сверху. Однако количественно эти показатели заметно отличаются между собой. Сравнивая результаты, представленные в табл. 1 и 2, видим, что значения натяжения и относительной деформации нитей основы, огибающих поверхности ПЦП снизу, заметно превосходят натяжение и относительную деформацию нитей основы, огибающих поверхности ПЦП сверху, т.е.

$$\varepsilon_{0,C}^{НИЖ} > \varepsilon_{0,C}^{ВЕРХ}, \quad T_{0,C}^{НИЖ} > T_{0,C}^{ВЕРХ}, \quad Q_{0,C}^{НИЖ} > Q_{0,C}^{ВЕРХ}, \quad F_{TP, 0,C}^{НИЖ} > F_{TP, 0,C}^{ВЕРХ}. \quad (17)$$

Таким образом, предлагаются новые методы оценки влияния КЗЛ шелкоткацких станков, свойства нити и условия контакта с рабочими органами на натяжения и относительной деформации линейно-упругих нитей основы, огибающих поверхности первого ценового прутка сверху и снизу. Кроме того, приводятся результаты численно-экспериментальных исследований зависимости натяжения и относительной деформации нитей основы от КЗЛ станка, свойства нити и внешних воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Золотаревский Л. Т. Обрывность основы на ткацких станках. М.: Легпромбытиздат, 1982.
- [2] Рахимходжаев С. С., Эргашов М., Кадирова Д. Н. Устройство для регулирования натяжения основных нитей на ткацком станке. Патент РФ. № 2016933. 1994.

Узбекский научно-исследовательский институт натуральных волокон

Дата поступления
19.05.2015

О.А. Ахунбаев, М.А. Эргашов, М.М. Абдуллаев. Шойи тўқув дастгоҳининг скало доирасидаги чўзилмайдиган танда иплари статик таранглигини ҳисоблаш

Шойи тўқув дастгоҳида танда ипларининг шодабоғ биринчи дастаси устидан ҳамда остидан ўтган холатларида, ипларнинг хусусиятлари, уларнинг дастгоҳ қисмлари юзалари билан таъсири шароитлари, конструктив тахтлаш чизиги ҳолати ва ип чизиқли-эластик нисбий деформацияланишининг танда иплари таранглигига таъсирини баҳолашнинг янги услублари таклиф қилинади. Танда иплари таранглигининг дастгоҳ конструктив тахтлаш чизиги, иплар хусусияти ва ташқи таъсирларга боғлиқлигининг сонли-таъжиба тадқиқотлари натижалари келтирилди.

O.A. Ahunbabaev, M.A. Ergashov, M.M. Abdullaev. Calculation of tension warp threads in the vicinity of silk weaving machine

Proposed new methods of assessing the impact of structural and filling line silk-weaving looms, yarn properties and conditions of contact with the working bodies in the tension and the strain linearly elastic warp envelope surface of the first price bar at the top and snizu. Privedeny results of numerical and experimental studies, depending tension and relative deformation of warp yarns from structurally-line filling machine, yarn properties and external influences.

УДК 539.3

Ш.С. ЮЛДАШЕВ

ВЛИЯНИЕ ВИБРОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ НА УРОВЕНЬ ВИБРАЦИЙ, РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ В ГРУНТЕ И ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОЕЗДОВ МЕТРО

При движении поездов в метрополитене мелкого заложения в окружающую среду распространяются вибрации, которые наносят ощутимый вред окружающим строениям и проживающему вблизи населению. Для выбора средств, снижающих нежелательные вибрации, необходимо изучить процесс распространения колебаний во время движения поездов.

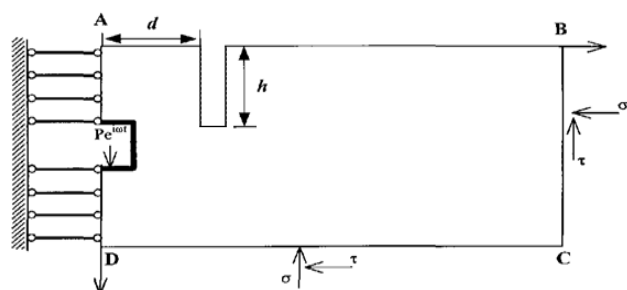


Рис.1. Расчетная схема

плоская, т.е. колебания тоннеля по всей его длине происходят в одной фазе [1, 2].

Расчетную схему примем как на рис. 1 с учетом предположений, приведенных в работе [1].

На основании результатов экспериментальных исследований можно полагать, что колебания грунта, как утверждают многочисленные авторы, происходят во времени по гармоническому закону. Задачу можно рассматривать в линейной постановке, так как амплитуда колебаний мала. Отметим, что длина поезда, т.е. участка тоннеля, возбуждающего колебания грунта, составляет около 150 м. Это превышает длину обычных зданий, поэтому можно принять, что задача

Для уменьшения уровня вибраций сооружений рекомендуется оградить их от передачи им энергии упругих волн, распространяющихся в грунте, путем устройства рвов с засыпкой и без засыпки, обычных шпунтовых ограждений или ограждений специальной конструкции, созданием уплотненных зон и т.п.

Основными требованиями к виброзащитным системам являются сравнительно небольшие габаритные размеры, стабильность виброзащитных свойств, простота в изготовлении, надежность в эксплуатации и низкая стоимость. Упругие и демпфирующие характеристики виброзащитных систем не должны существенно зависеть от изменения окружающей температуры, условий среды, влажности и других факторов. Под требованиями подразумевают предельно допустимые уровни вибраций, которые нельзя превысить. Требования устанавливают без учета возможности их выполнения в данный момент. Под нормами понимают установленные с помощью статических методов реально допустимые уровни вибрации; выполнение норм является обязательным и обеспечивает нормальную жизнь людей, функционирование и работоспособность оборудования.

В статье теоретически изучаются колебания, распространяющиеся от движения поездов метрополитена мелкого заложения, предлагаются виброзащитные системы путем устройства препятствий между источником возмущения и защищаемым объектом.

Для решения задачи применим метод конечных элементов (МКЭ). Применить его к бесконечным системам нельзя в связи с ограничением оперативной памяти ЭВМ. Пользуясь методикой, приведенной в [1, 2], учитывая симметричность задачи, можно выделить прямоугольный участок около тоннеля (см. рис. 1). Разбивая выделенную область на конечные элементы, напишем уравнение движения системы в матричной форме

$$[M]\{u(t)\} + (1 - R^*)[K]\{u(t)\} = \{P(t)\} - [G]\{\dot{u}\}, \quad (1)$$

где $R^*u(t) = \int_{-\infty}^t R(t-\tau)u(\tau)d\tau$, $[M]$ и $[K]$ – матрицы масс и жесткости системы; $\{u(t)\}$, $\{P(t)\}$ – векторы перемещения узлов и внешней нагрузки; $[G]$ – диагональная матрица, ненулевые элементы которой относятся к стандартной вязкой границе, т.е.

$$\begin{Bmatrix} G(i-1, i-1) \\ G(i, i) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} V_p \\ V_s \end{Bmatrix} b \Delta l_i \rho_i. \quad (2)$$

Здесь b – толщина элемента; Δl_i – средний размер элемента около i -й граничной точки; ρ_i – плотность материала около i -й граничной точки.

При гармонической нагрузке с круговой частотой ω

$$[P(t)] = \{\bar{P}\}e^{i\omega t} \quad (3)$$

реакция системы равна

$$\{u(t)\} = \{\bar{u}\}e^{i\omega t}, \quad \{\dot{u}(t)\} = t\omega\{\bar{u}\}e^{i\omega t}, \quad \{\ddot{u}(t)\} = -\omega^2\{\bar{u}\}e^{i\omega t}, \quad (4)$$

т.е. система тоже колеблется с круговой частотой ω , где $\{\bar{u}\}$ – вектор постоянных комплексных амплитуд перемещения системы.

После подстановки (3) и (4) в (1) уравнение движения системы становится независимым от времени и принимает форму системы комплексных алгебраических уравнений

$$[K]\{\bar{u}\} = \{\bar{P}\}, \quad (5)$$

где $[K]$ – модифицированная комплексная матрица жесткости, определяемая по формуле

$$[K] = (1 - R_c + iR_s)[K] + i\omega[G] - \omega^2[M]. \quad (6)$$

Известно, что $\omega = 2\pi f$ (f – частота колебаний). В дальнейшем под словом "частота" имеется в виду f в Гц.

При правильной нумерации узлов и элементов матрица, формируемая с помощью известной процедуры О. Зенкевича, будет иметь ленточный вид, так как матрицы масс, жесткости и деформирования системы симметричны, ленточные.

При составлении программы для решения системы уравнений в целях экономии оперативной памяти ЭВМ учитываются симметричность и ленточность модифицированной комплексной матрицы, т.е. в памяти ЭВМ формируется половина ленты в виде прямоугольной матрицы, первый столбец которой означает диагональ матрицы. Благодаря возможности использования комплексной переменной на трансляционном языке ФОРТРАН, решение уравнения (5) выполняется без процедуры разделения на действительные и мнимые части.

После решения уравнения (5) методом исключения Гаусса определяется комплексный вектор постоянных амплитуд системы

$$[u] = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_N\}. \quad (7)$$

Здесь N – число степеней свободы дискретизированной области ($ABCD$). Действительный вектор колебания определяется по формуле

$$\{u(t)\} = \operatorname{Re}\{\bar{u}\}e^{i\omega t} \quad \text{или} \quad \{u(t)\} = \operatorname{Re}\{\bar{u}\}\cos \omega t - \operatorname{Im}\{\bar{u}\}\sin \omega t.$$

Решение задачи методом конечных элементов о снижении колебаний, распространяющихся в грунтах от тоннелей метрополитена мелкого заложения, с помощью виброзащитных систем типа щелей трудности не представляет. Для этого при формировании матриц жесткости и массы необходимо приравнять к нулю толщину элементов, находящихся там, где предполагается щель.

Предположим, что на пути распространения волн от тоннелей вырыта траншея шириной 1 м и глубиной 7 м. Траншея находится в 6.5 м от тоннеля. Результаты, полученные с учетом этой траншеи, показаны на рис. 2. Для сравнения пунктирными линиями даны изменения модуля амплитуды на поверхности грунта, полученные без учета траншеи.

При частоте нагрузки $f=25$ Гц перед траншеей амплитуда увеличивается за счет отражения от стенки щели на 70 %, а после прохождения преграды амплитуда снижается на 65 %. На расстоянии 40 м амплитуда снижается в 6 раз (рис. 3).

Исследования показывают, что траншеи имеют большую способность по снижению вибраций, возникающих от прохождения поездов метрополитена мелкого заложения. Однако траншеи не устойчивы к длительному периоду непрерывных воздействий вибрации, поэтому они не соответствуют постоянным изоляционным мероприятиям. Изучение эффективности укрепленных виброзащитных систем является предметом дальнейших исследований.

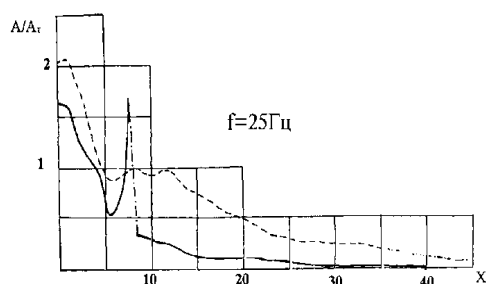


Рис. 2. Влияние преграды-щели на огибающую амплитуду колебаний точек поверхности грунта

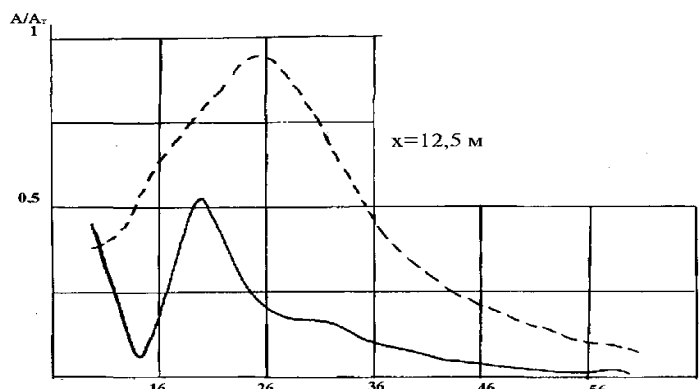


Рис. 3. Влияние преграды на амплитудно-частотную характеристику точки свободной границы, находящейся на расстоянии $x=12.5$ м

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рашидов Т.Р., Ишонходжаев А.А., Юлдашев Ш.С. Распространение в грунте вибраций, возникающих от прохождения поездов метрополитена при учёте перемещения тоннеля относительно грунта // Доклады АН Уз. 1984. № 5.
- [2] Ильичев В.А., Юлдашев Ш.С., Саидов С.М. Исследование распространения вибраций от движения железнодорожных поездов в зависимости от расположения железнодорожного полотна. Основания, фундаменты и механика грунтов. М.: Стройиздат. 1999. № 2. С. 10 – 12.

Наманганский инженерно-педагогический институт

Дата поступления
26.05.2015

Ш.С. Юлдашев. Вибрациядан ҳимоя қилиш экранларининг метрополитен поездлари ҳаракатидан ҳосил бўлган вибрация даражасига таъсири

Мақолада метрополитен поездлари ҳаракатидан ҳосил бўладиган зарарли тўлқинларни камайтириш учун қўланган чуқур кўринишидаги экранларнинг самарадорлиги назарий жиҳатдан тадқиқ қилинган.

Sh.S.Yuldashev. The impact of vibration protection screens on the level of vibrational waves created by the movement of subway trains

Theoretical study of the effectiveness of hole-type vibration-protection screens established to reduce waves created by the movement of the subway trains

УДК 532.529

У. ДАЛАБАЕВ, Н.К. ЛАТИПОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕ В ПОЛЕ ТЕЧЕНИЯ КУЭТТА

При вращении цилиндра в потоке вязкой жидкости наиболее важным эффектом является возникновение подъемной силы, действующей на цилиндр. В работе [1] исследуется эффект Магнуса при обтекании равномерным потоком, а в [2] – характер подъемной силы вращающегося цилиндра в пуазеловском потоке.

В данной статье численно исследуется обтекание твердого вращающегося цилиндра в поле течения Куэтта стационарным потоком, а также изучается влияние инерционности потока, места расположения цилиндра в потоке и интенсивности вращения на подъемную силу, действующую на цилиндр.

Рассмотрим течение Куэтта (рис. 1). При входе в плоскопараллельный канал поступает линейный поток, в котором расположен твердый цилиндр с осью, перпендикулярной потоку. Значение подъемной силы в зависимости от положения цилиндра по сечению будет различным. Пусть среда считается несжимаемой, тогда двумерная безразмерная система уравнений Навье – Стокса примет вид

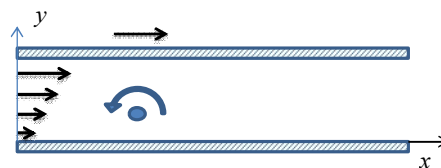


Рис. 1. Схема течения

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{Re} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{Re} \Delta u, \quad u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{Re} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{Re} \Delta v, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0.$$

Здесь ось x направлена по нижней стенке, а ось y – перпендикулярно к ней.

На стенках канала ставятся следующие условия прилипания:

$$u|_{y=0} = v|_{y=0} = 0, \quad u|_{y=1} = 1, \quad v|_{y=1} = 0.$$

На входе примем линейный поток $u = y, \quad v = 0$.

В выходном сечении канала мягкое условие составит: $\frac{\partial u}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial v}{\partial y} = 0$.

На поверхности цилиндра принимаются условия прилипания с учётом скорости его вращения. Для решения системы уравнений (1) при соответствующих граничных условиях применен алгоритм SIMPLE [3].

Расчет произведен в области $x \in [0, 3], \quad y \in [0, 1]$, за исключением области цилиндра, при различных значениях числа Рейнольдса Re и интенсивности вращения α ($Re = UH/\nu$, U – средняя скорость, H – ширина канала, ν – коэффициент кинематической вязкости; $\alpha = \omega H/U$, где ω – угловая скорость вращения цилиндра). Центр частицы расположен в точке $(1, y_c)$, где значение y_c менялось от 0.1 до 0.9 с шагом 0.1.

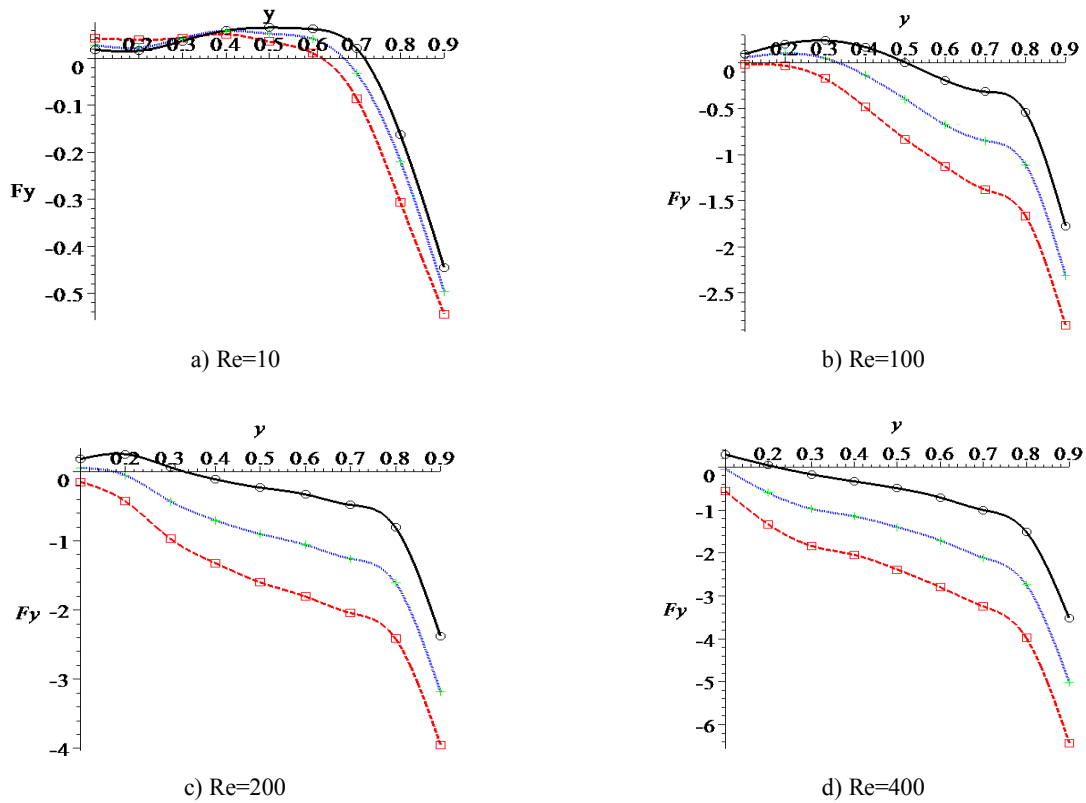


Рис. 2. Характер изменения подъемной силы по сечению канала.
 $r=0.02$. Окружность – $\alpha=0$, сплошная – $\alpha=10$, прямоугольник – $\alpha=20$

В расчетах использована согласованная неравномерная сетка 50×40 со сгущением вблизи поверхности цилиндра. Когда расположение или радиус цилиндра меняется, сетка определяется заново. До цилиндра приняли 10 узлов по x , сам цилиндр разделен на 10 узлов (на поверхности цилиндра выбраны 20 узлов) и после цилиндра выбрали 30 узлов.

При конкретном числе Рейнольдса, радиусе и расположении цилиндра расчеты осуществлялись вплоть до выполнения условия

$$\max |f^{n+1} - f^n| / M \leq 10^{-4}, \text{ где } f = (u, v, p),$$

$$\text{а } M=1, \text{ если } |f^{n+1}| < 1, M = |f^{n+1}| \geq 1 \text{ (} n \text{ – номер итерации).}$$

Безразмерная подъемная сила на единицу длины цилиндра вычислена по формуле

$$F_y = \int_0^{2\pi} \left[-p \sin \theta + \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \cos \theta + 2 \frac{\partial v}{\partial y} \sin \theta \right] r d\theta.$$

На основе полученных расчетных данных сделано заключение о характере изменения подъемной силы в зависимости от перечисленных параметров.

На рис. 2 передан характер изменения подъемной силы по сечению канала при различных расположениях цилиндра. Как выявлено, при рассмотренных числах Рейнольдса и интенсивности вращения максимальное значение подъемной силы достигается вблизи движущей стенки. Во всех случаях вращение частицы против часовой стрелки приводит к тому, что точка с нулевым значением подъемной силы приближается к неподвижной границе. При этом увеличение числа Рейнольдса способствует приближению точки с нулевым значением подъемной силы к неподвижной стенке. Во всех рассмотренных случаях с увеличением скорости вращения наблюдается

возрастание подъемной силы. На характер подъемной силы существенное влияние оказывает размер частиц (рис. 3).

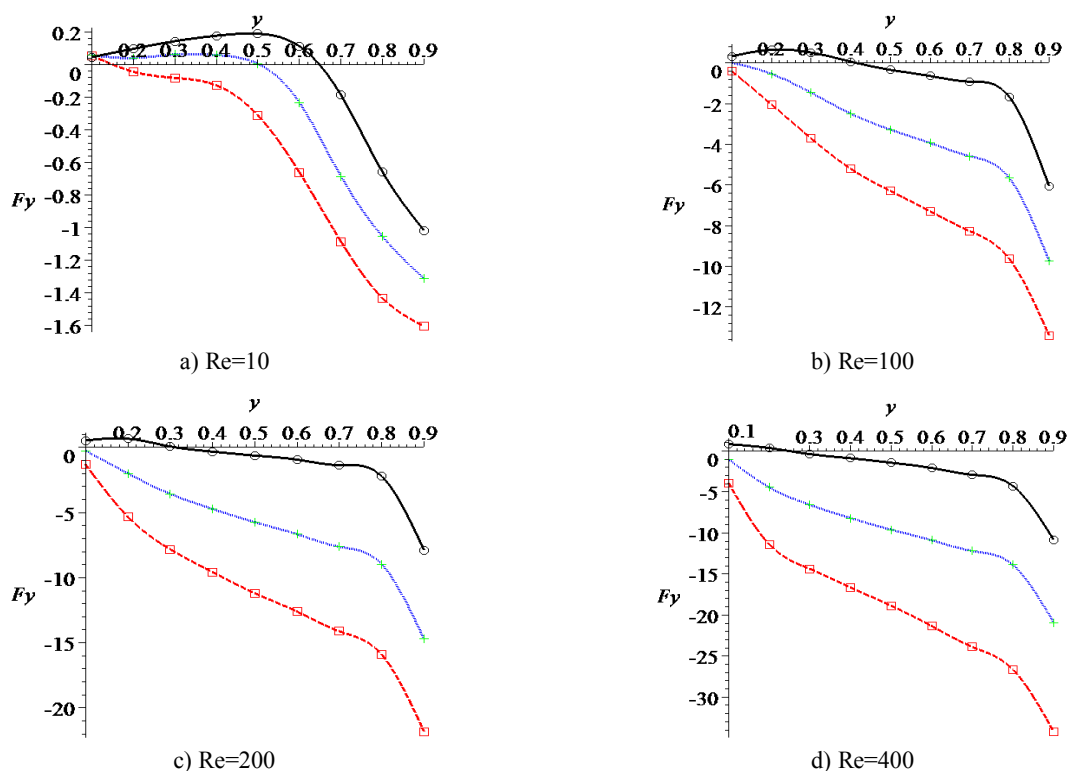


Рис.3. Характер изменения подъемной силы по сечению канала.
 $r=0.05$. Окружность – $\alpha=0$, сплошная – $\alpha=10$, прямоугольник – $\alpha=20$

Сравнение рис. 2 и 3 показывает, что влияние фактора вращения α более ощутимо для крупных частиц. При этом крупные частицы мигрируют вблизи неподвижной стенки по сравнению с мелкими частицами (при условии совпадения плотности несущей жидкости и частицы).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Редчиц Д.А., Гуржий А.А. Численное моделирование эффекта Магнуса при обтекании кругового цилиндра невозмущенным потоком вязкой жидкости // Прикладная механика. 2012. Т. 14. № 1. С. 63 – 71.
- [2] Далабаев У. Исследование характера подъемной силы, действующей для вращающейся цилиндрической частицы в пуазейлевском потоке плоского канала // Материалы Международной научной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий – Аль-Хоразми 2012». 2012. Т. 1. С. 214 – 216.
- [3] Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. М.: Энергоатомиздат, 1984.

Университет мировой экономики и дипломатии

Дата поступления
10.06.2015

У. Далабаев, Н.К. Латипов. Куэтта оқимида жойлашган айланма ҳаракатдаги цилиндрик заррачага таъсир қиладиган кўтариш кучини текишириш

Куэтта оқимида жойлашган айланма ҳаракатдаги цилиндрик заррачага таъсир қилувчи кўтариш кучи ҳисобланган. Сикълмайидиган муҳит учун икки ўлчовли Навье-Стокс тенгламаси сонли ечиш ёрдамида заррачага таъсир кўтариш кучининг характери текишилган. Сонли ечимларни олишда Simple алгоритмидан фойдаланилган.

U. Dalabayev, N.K.Latipov. Research of the lift force acting on the rotating cylindrical particle in the field of flow Couette

The Couette flow is considered and in this stream the rotating cylindrical particle is located. Here calculations of a body force of an operating individual cylindrical particle were made. On the basis of a numerical solution of the two-dimensional equation of Navier-Stokes become an inference about character of a body force operating on rotating particle. Numerical calculations are carried out by means of algorithm Simple.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ КАВИТАЦИИ В ДИСПЕРСНОЙ СМЕСИ

Многофазные потоки весьма разнообразны: кровь в сосудах, топливные смеси в ракетах, цементные и бетонные растворы, речные потоки в деформируемых руслах, пароводяные смеси в энергетических установках, селевые потоки на горных склонах – вот далеко не полный перечень многофазных потоков. Часто можно выделить компоненты потока, резко отличающиеся по свойствам: газ, жидкость, твердое вещество. Каждая из этих фаз может быть в двух качественно различных формах: несущей среды или несомой среды (дисперсной фазы).

Несущая среда может предполагаться абсолютно непрерывной (или просто непрерывной). В любой точке этой среды может быть размещен шар, состоящий из частиц рассматриваемой среды, который можно переместить в любую другую точку области, занятой средой. Напротив, несомая среда этим свойством не обладает. Например, частицы грунта в русловом потоке полностью окружены водой. От одной частицы грунта к другой нельзя перейти, минуя воду. Такую среду при малых размерах частиц предложено называть непрерывно диспергированной (или равномерно разрывной), условно сплошной средой [1].

Для дисперсной фазы не обязательно вводить гипотезу условной сплошности. В некоторых задачах, например при выводе критериев подобия, полезно сохранить дискретное рассмотрение.

Исследования струйных течений смеси вязких жидкостей позволяют раскрыть характер взаимодействия между фазами. Решение этих задач, наряду с теоретической значимостью, имеет ряд практических приложений в различных отраслях техники, промышленности и гидротехники, а также в экологии.

Рассмотрим задачу о возникновении кавитации в дисперсной смеси в модели взаимопроникающих сред Х.А. Рахматулина [2]. Для любой из этих сред остальные будут пористыми. Поэтому для нас существенное значение имеет свойство пористой среды.

Рассмотрим развитие кавитации в турбинах и найдем высоту отсасывания, приводящую к кавитации. Развитие кавитации происходит постепенно по мере увеличения скоростей течения дисперсной смеси, а высота отсасывания охватывает сначала малые области дисперсного потока и те фазы, которые имеют относительно большие плотности, проникая в фазы с меньшими плотностями, и распространяется на все большие области дисперсной смеси с истинными плотностями [2].

Интенсивное развитие кавитации в турбинах недопустимо, так как при этом появляется вибрация, снижается КПД и происходит быстрое разрушение деталей турбины, находящихся в области кавитации. Поэтому при выборе системы турбины и типа рабочего колеса, а также высот отсасывания стремятся к обеспечению бескавитационных условий работы турбины при всех режимах ее работы. Однако на практике полное исключение кавитации часто оказывается нерациональным, так как из-за этого пришлось бы значительно понизить отметку расположения турбины по отношению к нижнему бьефу и, следовательно, увеличить объем строительных работ в подводной части здания станции [3].

Для установления условия возникновения кавитации в дисперсной смеси рассмотрим состояние потока жидкости в точке x (рисунок), в которой имеет место минимальное давление, приводящее к наступлению кавитации.

Составим уравнение движения смеси жидкости для относительного движения потока между точкой x с минимальным давлением и точкой 2, находящейся на выходной кромке лопастей колеса (см. рисунок). Обозначим для точки x давление p_x . При этом скорость смеси примет вид

$$g_{смх}^2 = w_{смх}^2 - u_{смх}^2, \quad (1)$$

где $w_{смх}$ – относительная скорость смеси; $u_{смх}$ – переносная скорость смеси, а для точки 2 соответственно p_2 , $w_{см2}$ и $u_{см2}$. Примем плоскость сравнения $\theta - \theta$ на отметке уровня смеси жидкости в отводящем канале и учтем также переменность приведенных плотностей и концентрации. При уста-

новившемся течении смеси эти параметры могут быть переменными. Тогда можно составить уравнение Д. Бернулли для смеси жидкости в виде [4]

$$\begin{aligned} & \frac{g_{cmx}^2}{2g} + \frac{p_x}{\gamma} + U + \frac{1}{2g} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{Si}^{\circ} \rho_{ni}^{\circ} f_S f_n}{\sum_{n=1}^m (\rho_{ni}^{\circ} f_n)^2} (g_S - g_n)^2 + h_x = \\ & = \frac{g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + U + \frac{1}{2g} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{S-2i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{S-2} f_{n-2}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-2i}^{\circ} f_{n-2})^2} (g_{S-2} - g_{n-2})^2 + h_{wx-2} , \end{aligned} \quad (2)$$

где h_{wx-2} – потери энергии на пути движения смеси от точки x до точки 2;

$$g = g_{cm} = \frac{g_1 + \frac{f_2}{f_1} \hat{\rho} g_2}{1 + \hat{\rho} \frac{f_2}{f_1}} \quad (2, a)$$

– скорость дисперсной смеси; ρ_{cm} – плотность дисперсной смеси:

$$\rho_{cm} = \rho_1 + \rho_2 , \quad \rho_1 = \rho_{1i} f_1 , \quad \rho_2 = \rho_{2i} f_2 , \quad \rho = \frac{\rho_{2i}}{\rho_{1i}} , \quad f_1 + f_2 = 1 .$$

Здесь ρ_{ni} – истинная плотность; ρ_1, ρ_2, ρ_n – приведенные плотности первой, второй и n -й фаз смеси жидкости; f_1, f_2 – объёмные концентрации первой и второй фаз смеси жидкости. Из уравнения Бернулли (1) коэффициент взаимодействия фаз примет вид [1, 4]

$$K = \frac{1}{2g} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{Si}^{\circ} \rho_{ni}^{\circ} f_S f_n}{\sum_{n=1}^m (\rho_{ni}^{\circ} f_n)^2} , \quad (3)$$

где K – коэффициент взаимодействия. Согласно исследованиям [1, 5], потенциал скорости для дисперсной смеси жидкостей имеет вид [1]

$$\varphi_{cm} = \varphi_1 f_1^* + \varphi_2 f_2^* , \quad \text{где } f_1^* = \frac{f_1}{f_2 + \hat{\rho} f_1} , \quad f_2^* = \frac{f_2}{f_2 + \hat{\rho} f_1} , \quad \hat{\rho} = \frac{\rho_{1i}}{\rho_{2i}} .$$

Таким образом, согласно уравнению Бернулли, для абсолютного движения между точками 2 и 5 имеем

$$\begin{aligned} & \frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_{cm2}^2}{2g} + z_2 + \frac{1}{2g} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{S-2i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{S-2} f_{n-2}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-2i}^{\circ} f_{n-2})^2} (g_{S-2} - g_{n-2})^2 = \\ & = \frac{p_5}{\gamma} + \frac{g_{cm5}^2}{2g} - z_5 + \frac{1}{2g} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{2-5i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{2-5} f_{n-5}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-5i}^{\circ} f_{n-5})^2} (g_{2-5} - g_{5-2})^2 + h_{w2-5} \end{aligned} \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (2), (4) и принимая во внимание, что $\frac{p_5}{\gamma} - z_5 = \frac{p_{am}}{\gamma} = B$ – барометрическое давление, а также имея в виду незначительность величин коэффициентов взаимодействия фаз в точках 2 и 5 на отметке турбины, получим

$$\frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{s-2i}^{\circ} \rho_{n-2i}^{\circ} f_{s-2} f_{n-2}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-2i}^{\circ} f_{n-2})^2} (\vartheta_{s-2} - \vartheta_{n-2})^2 - \frac{1}{2g} \sum_{s,n=1}^m \frac{\rho_{(2-5)i} \rho_{n-5i} f_{s-5} f_{n-5}}{\sum_{n=1}^m (\rho_{n-5i} f_{n-5})^2} (\vartheta_{2-5} - \vartheta_{5-2})^2 \rightarrow 0,$$

т.е. расчетную формулу для определения коэффициента взаимодействия при Пуазейлевом течении:

$$K = \frac{8f_2^2 \mu_0}{R^2} \frac{1}{\frac{f_2}{f_1} - \frac{Q_2}{Q_1}}. \quad (5)$$

Здесь μ_0 – вязкость несущей жидкости; R – радиус трубы.

Если исследуемая смесь жидкости состоит из жидкой и твердой фаз, совершающих взаимопроникающие движения, то вязкость смеси отличается от вязкости жидкой (несущей) фазы и зависит от объёмного содержания твердой фазы и физических свойств взвеси и т.д.

Расчетные формулы для коэффициента взаимодействия, приводимые в работе [3], полученные на основе формулы Эйнштейна, выглядят следующим образом:

$$K = \frac{8f_2^2 \mu_0}{R^2} \frac{1}{\frac{Q_{cm}}{Q_1} - \frac{1}{f_1(1+2,5f_2)}}. \quad (6)$$

Для барометрического давления B на отметке установки рабочего колеса турбины получим

$$\frac{p_x}{\gamma} = B - h_x - \left(\frac{g_{cm2}^2}{2g} - \frac{g_{cm5}^2}{2g} - h_{w,2-5} + \frac{w_{cmx}^2 - w_{cm2}^2 + u_{cm2}^2 - u_{cmx}^2}{2g} - h_{cmw,x-2} \right), \quad (7)$$

где h_x – теоретическая высота отсасывания; $\left(\frac{g_{cm2}^2}{2g} - \frac{g_{cm5}^2}{2g} - h_{cmw,2-5} \right)$ – динамическое разрежение,

обусловленное формой и размерами отсасывающей трубы; $\left(\frac{w_{cmx}^2 - w_{cm2}^2 + u_{cm2}^2 - u_{cmx}^2}{2g} - h_{cmw,x-2} \right)$ –

динамическое разрежение, обусловленное размерами и формой лопастей рабочего колеса турбины. Нужно отметить, что многочлены зависят, кроме указанного, еще и от режима работы турбины. Уравнение (7) можно записать иначе:

$$\left(\frac{p_x}{\gamma} - \frac{p_n}{\gamma} \right) \frac{1}{H} = \frac{1}{H} \left(B - h_x - \frac{p_n}{\gamma} \right) - \frac{1}{H} \left(\frac{g_{cm2}^2}{2g} - \frac{g_{cm5}^2}{2g} - h_{w,2-5} + \frac{w_{cmx}^2 - w_{cm2}^2 + u_{cm2}^2 - u_{cmx}^2}{2g} - h_{cmw,x-2} \right). \quad (8)$$

Процесс кавитации в турбине начнется тогда, когда абсолютное давление p_x/γ в точке x будет равно давлению парообразования, т.е. когда правая часть уравнения (8) обратится в нуль:

$$\frac{1}{H} \left(B - h_x - \frac{p_n}{\gamma} \right) - \frac{1}{H} \left(\frac{g_{cm2}^2}{2g} - \frac{g_{cm5}^2}{2g} - h_{w,2-5} + \frac{w_{cmx}^2 - w_{cm2}^2 + u_{cv2}^2 - u_{cvx}^2}{2g} - h_{cmw,x-2} \right) \rightarrow 0.$$

Следовательно, в первой скобке заключены величины, характерные для данной установки: местное барометрическое давление B ; высота расположения рабочего колеса над уровнем нижнего бьефа, называемая высотой отсасывания h_x ; давление парообразования p_n/γ ; напор H в данной установке. Выражение в первой скобке – кавитационный коэффициент установки:

$$\sigma_{ycm} = \frac{B - h_x - p_n/\gamma}{H}. \quad (9)$$

Во второй скобке уравнения (8) содержатся квадраты скоростей в абсолютном, переносном и относительном движении и потеря энергии между точками x и 5, отнесенная к напору.

Потеря напора h_w может быть выражена через квадрат скорости смеси жидкости $g_{см}$ в любой точке потока и соответствующий этой скорости коэффициент сопротивления ξ :

$$h_{w,x-5} = \xi g_{см}^2 / 2g. \quad (10)$$

Скорости воды в потоке смеси пропорциональны корню квадратному из величины используемого напора $\eta_r H$, где η_r – гидравлический КПД турбины. Поэтому все скорости могут быть представлены в виде скоростного коэффициента, соответствующего данной скорости в рассматриваемой точке. Скоростной напор, соответствующий в той же точке, имеет вид

$$\frac{g_{см}^2}{2g} = K_g \eta_r H \quad (11)$$

В условиях кинематических подобных (изогональных) режимах работы для турбин данной серии все скоростные коэффициенты K_g и коэффициенты сопротивления ξ имеют постоянные значения, σ^* для турбин данной серии и изогональных режимов остается неизменным. Таким образом, кавитационный коэффициент турбины σ^* представляет собой отношение наибольшего динамического разрежения на лопасти рабочего колеса к используемому напору $\eta_r H$.

Если при каком-то режиме $p_x = p_n$, то динамическое разрежение имеет максимальное значение и возникает кавитация. При этом кавитационный коэффициент турбины для этого режима будет иметь критическую величину

$$\sigma_{кр}^* = B - \frac{p_n}{\gamma} - h_x / \eta_r H = \frac{\sigma_{ycm}}{\eta_r}. \quad (12)$$

Из этого выражения можно получить условие для максимально-допустимой высоты отсасывания h_x , при которой обеспечивается бескавитационная работа турбины

$$H_s = h_x \leq B - \frac{p_n}{\gamma} - \sigma_{кр}^* \eta_r H. \quad (13)$$

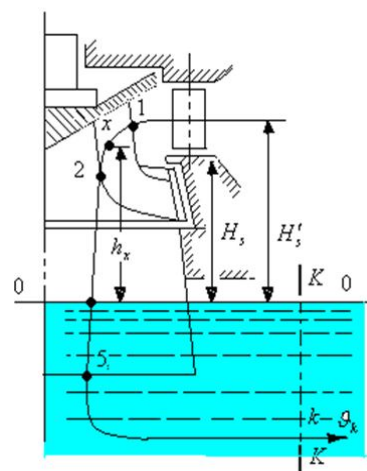
Нетрудно также расчетным путем установить точку x , в которой можно ожидать наибольший вакуум. Поэтому в практике гидромашиностроения кавитационный коэффициент σ определяется путем испытания моделей гидротурбин на кавитационном стенде.

Приведем таблицу сопоставления значений кинетической энергии в точках 2 и 5 [3] со значениями кинетической энергии, вычисленной по формуле (2, а), т.е. с учетом взаимодействий фаз многофазного дисперсного потока при $f_1=0.4$; $f_2=0.6$

Как установлено, при наличии отсасывающей трубы под рабочим колесом создается дополнительное понижение давления, пропорциональное удельной кинетической энергии $\frac{g_{см2}^2}{2gH}$, ос-

тававшейся в потоке на выходе из рабочего колеса. Величина этой энергии зависит от состава смеси, системы турбины, ее коэффициента быстроходности и пропускной способности, характеризуемой значением приведенного расхода Q'_1 .

Ориентировочные значения удельной кинетической энергии на выходе из рабочего колеса, выраженные в процентах от рабочего напора для турбин различной быстроходности, приведены в таблице. Данные таблицы показывают, что, если в отсасывающих трубах тихоходных турбин удельная кинетическая энергия в потоке за рабочим колесом составляет 1.5 – 3 % от рабочего напора, то по мере увеличения быстроходности турбины эта цифра увеличивается, доходя у быстроходных поворотнолопастных турбин до 50 % и более от всей энергии. Но из-за наличия внутренних взаимодействий фаз возрастают внутренние сопротивления, которые отрицательно влияют на кинетическую энергию потока, увеличивая тепловую энергию.



К определению разрежения на лопасти рабочего колеса турбины

Сопоставление значений кинетической энергии в точках 2 и 5

Система турбин	H , м	Q'_1 , л/с	n'_1 , об/мин	n_s	$\frac{g_2^2}{2gH}100\%$	По формуле (2, а) $\frac{g_{cm2}^2}{2gH}100\%$	$\frac{g_s^2}{2gH}100\%$	По формуле (2, а) $\frac{g_{cm5}^2}{2gH}100\%$
Поворотно-лопастные	05.0	2250	180	930	53.0	52.7	4.0	3.8
	10.0	2010	170	830	43.0	42.8	2.8	2.5
	15.0	1850	160	755	36.0	34.8	2.3	2.2
	20.0	1750	150	695	32.0	32.1	1.9	1.8
	30.0	1430	140	580	24.0	20.8	1.4	1.3
	40.0	1240	130	500	20.0	19.2	1.1	0.9
	50.0	1110	120	435	18.0	17.6	0.9	0.8
	60.0	1040	112	395	17.0	15.6	0.8	0.75
	70.0	940	107	355	16.0	15.6	0.7	0.7
	80.0	830	105	350	14.0	14.0	0.65	0.65
Радиально-осевые	30.0	1400	78	320	11.0	10.9	1.5	1.4
	45.0	1370	77	315	10.5	10.0	1.4	1.2
	75.0	1250	75	290	8.5	8.0	1.2	1.1
	115.0	1030	72	255	6.0	5.8	0.8	0.7
	170.0	650	69	195	2.5	2.3	0.4	0.3
	230.0	420	67	150	2.0	1.8	0.2	0.14
	310.0	280	65	120	1.8	1.6	0.1	0.8
	400.0	200	62	95	1.6	1.4	0.05	0.04
	500.0	150	60	80	1.5	1.2	0.02	0.01

Взаимодействие фаз дисперсной смеси уменьшает высоту отсасывания и часть выделяемой энергии преобразуется в тепловую энергию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хамидов А. А. Плоские и осесимметрические задачи о струйном течении идеальной сжимаемой жидкости. Ташкент: Фан, 1978.
- [2] Рахматулин Х. А., Хамидов А. А. Об осесимметричных струйных течениях газа // ДАН Узбекистана. 1976. № 9.
- [3] Смирнов И. Н. Гидравлические турбины и насосы. М.: Высшая школа, 1969. – 400 с.
- [4] Умаров А. И. Об одном способе определения величины коэффициента взаимодействия вязко-идеальных сред. Гидроаэродинамика многофазных сред. Ташкент: Фан, 1987. С. 34 – 39.
- [5] Хамидов А. А., Худайкулов С. И. Теория струй смеси вязких жидкостей. Ташкент: Фан, 2003.

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Дата поступления
19.03.2015

Ф.А. Гаппаров, Ф.Х. Нишонов, А.М. Фатхуллаев, С.И. Худайкулов. Дисперс аралашмаларда кавитациянинг пайдо бўлиш шартлари

Гидроқурилмалардаги дисперс аралашмалар фазаларининг ўзаро таъсирига боғлиқ бўлган кинетик энергия орқали вакуум пайдо бўлиши ва кавитациянинг келиб чиқиш ҳоллари ўрганилади.

F.A. Gapparov, F.H. Nishonov, A.M. Fatxullaev, S.I. Xudaykulov. The Conditions of the origin cavitations' in dispersed mixture

Condition of the origin cavitation is researched in dispersed mixture, hanging from interaction of the phases to liquids in hydro tube.

У.А. КАХХАРОВ, М.Р. БАКИЕВ

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОТОКА В СТОРЕ СТЕСНЕНИЯ ПОЙМЕННЫМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ ДАМБАМИ

Известно, что обтекание поперечной преграды, в данном случае глухой поперечной дамбы, происходит образованием областей подпора, сжатия и растекания [1]. Определение величины подпора, перепада и скоростей потока в сжатом сечении может быть выполнено по рекомендациям А.М. Латышенкова [2]. Закономерности растекания потока за сжатым сечением были решены в предыдущих работах [3, 4].

Во все расчётные зависимости, полученные в вышеперечисленных работах, входят параметры потока в створе стеснения, такие как границы гидравлически однородных зон, величина скоростей в русле и на пойме, максимальные скорости в голове пойменных дамб. Существующие решения опираются на величину средних скоростей в створе стеснения. Характерная схема потока в области сжатия при двустороннем симметричном стеснении пойменными поперечными дамбами, полученная в результате эксперимента авторами [3, 4], показана на рис. 1.

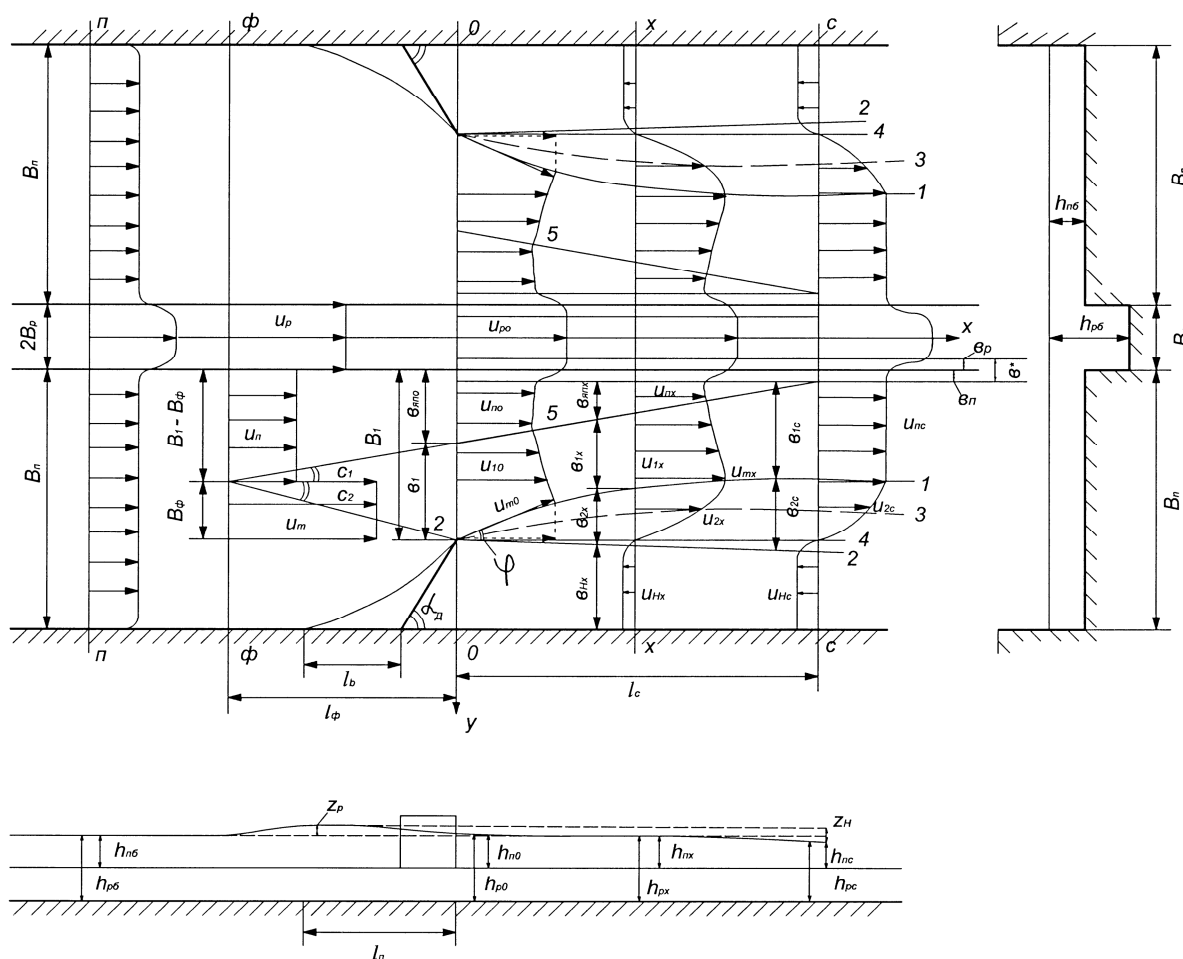


Рис. 1. Схема потока, стесненного пойменными поперечными дамбами, в областях сжатия и подпора

Как видно из рис. 1, струйный характер движения [5] сохраняется и в области сжатия, а действительное распределение скоростей, неравномерное по сечению $O-O$, и в области сжатия.

В статье дается решение задачи о гидравлических параметрах потока в створе стеснения: скорости в русле, на пойме, максимальных скоростей в голове пойменных дамб с учётом этих факторов.

В створе стеснения $O-O$ отчетливо прослеживаются зоны: слабовозмущенного ядра в русле с равномерным распределением скоростей U_{po} , слабовозмущенного ядра на пойме с равномерным распределением скоростей U_{no} , первой зоны интенсивного турбулентного перемешивания с неравномерным распределением скоростей U_{1o} , за створом формируется и вторая зона интенсивного турбулентного перемешивания со скоростью U_{2x} .

Для определения искомых гидравлических параметров потока воспользуемся методом Г.Н. Абрамовича [5] и введем фиктивный поток, состоящий из трёх спутных потоков: шириной B_p и со скоростью U_p , шириной B_ϕ и со скоростью U_m , шириной $B_1 - B_\phi$ и со скоростью U_n , фиктивное сечение располагается выше на расстоянии l_ϕ от створа стеснения.

Согласно [5], параметры потока в двух сечениях $\Phi-\Phi$ и $O-O$ могут быть связаны уравнениями количества движения и сохранения расхода:

$$\rho U_m^2 B_\phi h_n + \rho U_n^2 (B_1 - B_\phi) h_n + \rho U_p^2 B_p h_p = \rho h_n \int_0^{\epsilon_1} U_{1.o}^2 dy + \rho U_n^2 h_n (B_1 - \epsilon_1) + \rho U_p^2 B_p h_p, \quad (1)$$

$$U_m B_\phi h_n + U_n (B_1 - B_\phi) h_n + U_p B_p h_p = h_n \int_0^{\epsilon_1} U_{1.o}^2 dy + U_n h_n (B_1 - \epsilon_1) + U_p B_p h_p. \quad (2)$$

Распределение скоростей в первой зоне интенсивного турбулентного перемешивания ϵ_1 подчиняется теоретической зависимости Шлихтинга – Абрамовича [5]

$$\frac{U_{1.o} - U_{no}}{U_{m.o} - U_{no}} = (1 - \eta^{1.5})^2, \quad (3)$$

где $\eta = \frac{Y_1 - Y}{Y_1 - Y_{5\epsilon}} = \frac{Y_1 - Y}{\epsilon_1}$; $U_{1.o}$ – относительная ордината точки.

Выполняя интегрирование в (1) (2) с учетом (3), запишем

$$\begin{aligned} U_{mo}^2 B_\phi h_{no} + U_{no}^2 h_{no} B_1 - U_{no}^2 B_\phi h_{no} + U_{po}^2 B_{po} h_{po} = \\ = U_{mo}^2 h_{no} \epsilon_1 (0.316 + 0.268 m_o + 0.416 m_o^2) + U_{no}^2 h_{no} (B_1 - \epsilon_1) + U_{po}^2 B_p h_{po}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} U_{mo} B_\phi h_{no} + U_{no} (B_1 - B_\phi) h_{no} + U_{po} B_p h_{po} = \\ = U_{mo} h_{no} \epsilon_1 (0.45 + 0.55 m_o) + U_{no} h_{no} (B_1 - \epsilon_1) + U_{po} B_p h_{po}. \end{aligned} \quad (5)$$

В полученных уравнениях U_{mo} – максимальная скорость, формирующаяся у оголовка дамбы и на линии $O' - 1$; U_{no} – скорости в ядре пойменной части; U_{po} – скорости в русле; h_{no} , h_{po} – глубины в русле и на пойме; B_ϕ – ширина потока с максимальной скоростью в фиктивном сечении $\Phi - \Phi$; $m_o = U_{no}/U_{mo}$ – относительная скорость потока в створе стеснения.

Как видно, в полученных двух уравнениях четыре неизвестных U_{po} , B_ϕ , U_{no} , U_{mo} .

Для замыкания системы воспользуемся следующим приемом.

Для нахождения коэффициента увеличения скоростей в русловой части створа стеснения воспользуемся решением А.М. Латышенкова [2]

$$\beta_p = \frac{U_p}{U_{p\phi}} = 1 + \frac{\theta_q}{\tau(1 + ms)}, \quad (6)$$

где $\theta_q = Q_{nep}/Q$ – стеснение по расходу; Q_{nep} – расход на перекрытой части поймы; Q – общий расход; $\tau = Q_p/Q$ – относительный расход русла; $m = \Omega_n/\omega_p$ – относительная площадь поймы; Ω_n , ω_p – площадь поймы и русла; $s = \omega_n/\Omega$ – отношение площади сечения пойменной части отверстия ω_n между поперечными дамбами ко всей площади поймы Ω_n .

Совпадение результатов экспериментальных данных, нанесенных на кривой $\beta_p = f(\theta_q)$ (рис. 2), показывает правомерность использования формулы (6) для определения скоростей в русле в створе стеснения.

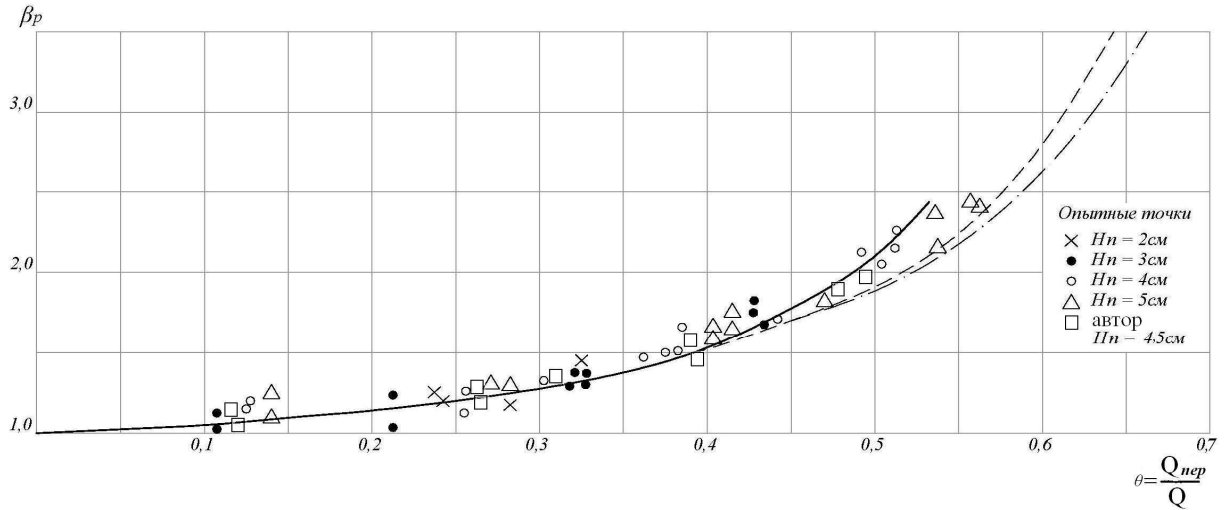


Рис. 2. Расчетные кривые $\beta_p = f(\theta_q)$ для двухстороннего стеснения поперечными дамбами (А.М. Латышенков)

Для нахождения B_ϕ дополнительно составим уравнения сохранения расхода для фиктивного сечения $\Phi - \Phi$ и створа $\Pi - \Pi$, где сохраняется бытовое состояние потока:

$$U_{p\phi} B_p h_{p\phi} + B_n U_{n\phi} h_{n\phi} = U_m B_\phi h_{m\phi} + U_n (B_1 - B_\phi) h_{n\phi} + B_p U_{p\phi} h_{p\phi}. \quad (7)$$

Поскольку в самом начале было принято $h_{n\phi} = h_{no}$; $U_{p\phi} = U_{po}$; $U_{n\phi} = U_{no}$; $h_{p\phi} = h_{po}$, разделим на $h_{no} = h_{p\phi}$

$$U_{p\phi} B_p \bar{h}_{p\phi} + B_n U_{n\phi} \bar{h}_{n\phi} = U_m B_\phi + U_n B_1 - U_n B_\phi + B_p U_{p\phi} \bar{h}_{p\phi}.$$

Отсюда находим ширину фиктивного сечения с максимальной скоростью

$$B_\phi = \frac{U_{p\phi} B_p \bar{h}_{p\phi} + U_{n\phi} B_n \bar{h}_{n\phi} - U_{po} B_p \bar{h}_{po} - U_{no} B_1}{U_{mo} - U_{no}}, \quad (8)$$

где $\bar{h}_{p\phi} = h_{p\phi} / h_{no}$; $\bar{h}_{n\phi} = h_{n\phi} / h_{no}$; $\bar{h}_{po} = h_{po} / h_{no}$; B_1 – ширина поймы в створе стеснения; B_p, B_n ширины русла и поймы в бытовом состоянии.

Подставляя значения B_ϕ в (5), после некоторых преобразований имеем

$$U_{mo} = \frac{U_{p\phi} B_p \bar{h}_{p\phi} + U_{n\phi} B_n \bar{h}_{n\phi} - U_{po} B_p \bar{h}_{po} - U_{no} (B_1 - 0.45\epsilon_1)}{0.45\epsilon_1}. \quad (9)$$

Экспериментальные исследования показывают, что положения лучей 5 и 2 довольно устойчивы и определяются

$$\epsilon_1 = (C_1 + C_2)x, \quad (10)$$

где константы турбулентности по данным опытов $C_1=0.23$, $C_2=0.16$.

Воспользуемся этим для определения расстояния до фиктивного сечения l_ϕ и ширины первой зоны турбулентного перемешивания ϵ_1 .

Очевидно из соотношения прямоугольника (см. рис. 1) в створах $\Phi - \Phi$ и $O - O$ можно записать

$$B_\phi + l_\phi \sin \alpha_\phi = l_\phi \sin \alpha_\phi + C_2 l_\phi, \quad (11)$$

откуда $l_\phi = 6.25 B_\phi$.

Тогда (10) примет вид

$$\epsilon_1 = 0.39 l_\phi = 2.44 B_\phi. \quad (12)$$

Подставляя полученное (12) в уравнение количества движения (4), после некоторых преобразований получим квадратное уравнение

$$0.425m_0^2 + 0.654m_0 + 0.229 = 0. \quad (13)$$

Анализ уравнения (13) показывает, что оно имеет два корня: один больше или равен единице, – он отбрасывается, так как противоречит физике явления, что означало бы $U_{no} > U_{mo}$.

Корень меньше единицы принимается как действительный и равен

$$m_{O2} = U_{no} / U_{mo} = 0.54. \quad (14)$$

По методике, предложенной в [2], вычисление скорости в пойменной части створа стеснения ведется для потока как средняя величина на пойме ϑ_n , т.е. без учета действительного распределения скоростей, как это нами ранее выполнено. Сравним два метода. Для этого воспользуемся уравнением сохранения расхода, записанного для пойменной части створа стеснения $O-O$:

$$\vartheta_n h_{no} B_1 = U_{no} h_{no} (B_1 - \epsilon_1) + U_{mo} h_{no} \epsilon_1 (0.45 + 0.55m_o), \quad (15)$$

откуда

$$\vartheta_n / U_{no} = 1 + 0.45\bar{\epsilon}_1 (m'_o - 1), \quad (16)$$

где $m'_o = U_{mo} / U_{no} = 1/m_o$.

Поскольку в уравнении (16) относительная скорость всегда $m'_o > 1$, то $\vartheta_n > U_{no}$.

Таким образом, вычисление средней скорости на пойме по методике [2] дает некоторые завышенные значения.

Полученные зависимости позволяют определить продольную составляющую вектора скорости. Между тем для правильного расчета глубины местного размыва у оголовка сооружения необходимо знать действительные значения максимальной скорости и удельных расходов. Очевидно,

$$U'_{mo} = U_{mo} / \cos \varphi = \kappa' U_{mo}, \quad (17)$$

где φ – угол между осью русла и вектором скорости $\kappa' = 1/\cos \varphi$.

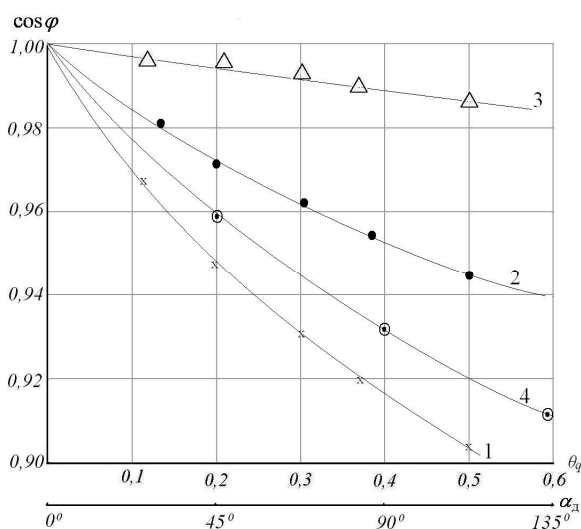


Рис. 3. Графики $\cos \varphi = f(\theta_q, \alpha_d)$: 1, 2, 3 – $\cos \varphi = f(\theta_q)$; 4 – $\cos \varphi = f(\alpha_d)$; 1 – $x/l_{cc}=0$; 2 – $x/l_{cc}=0.2$; 3 – $x/l_{cc}=0.6$; 4 – $x/l_{cc}=0$

Экспериментальные и численные исследования указывают на φ – основное влияние степени стеснения потока и угла установки дамбы (рис. 3). Как установлено, $\cos \varphi$ уменьшается с увеличением степени стеснения θ_q и угла установки дамбы α_d . Следовательно, происходит увеличение $\cos \varphi$ по длине области сжатия и по ширине потока на пойме. При этом абсолютные значения φ уменьшаются и по длине, и по ширине области сжатия.

По данным [2], κ' изменяется от (1.55 – 2) ϑ_n . По формуле (13) $U_{mo} = 1.85U_{no}$, кроме того, необходимо дополнительно учесть κ' по графику (см. рис. 3) при вычислении максимальных скоростей в створе стеснения U'_{mo} .

Таким образом, стеснение потока двухсторонними пойменными дамбами

приводит к значительному переформированию скоростного поля в створе стеснения: максимальной скорости у оголовков, увеличению скоростей на пойме и в русле. Увеличение бытовых скоростей в русле и на пойме, степени стеснения потока θ_q приводит к росту максимальных скоростей U_{mo} в створе стеснения. Косвенно подтверждается факт о пропорциональном повышении скоростей на пойме и в русле через соотношения $U_{no}/U_{mo}=0.54=\text{const}$. Угол между осью потока и вектором скорости φ уменьшается по длине и ширине в области сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бакиев М.Р. Совершенствование конструкций, методов расчетного обоснования и проектирования регулирующих сооружений: Автореф. дис. ... докт.техн. наук. М., 1992. – 57 с.
- [2] Латышенков А.М. Вопросы гидравлики искусственно сжатых русел. М.: Госстройиздат, 1960. – 215 с.
- [3] Бакиев М.Р., Каххаров У.А. Закономерности растекания потока за сжатым сечением при симметричном стеснении потока пойменными поперечными дамбами (случай симметричного стеснения, с одинаковыми шероховатостями) // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2010. № 3. С. 20 – 25.
- [4] Бакиев М.Р., Каххаров У.А. Закономерности растекания потока за двусторонними пойменными поперечными дамбами // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2010. № 1. С. 17 – 21.
- [5] Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. М.: Физматгиз, 1960. – 715с.

Ташкентский институт ирригации и мелиорации

Дата поступления
30.04.2015

У.А. Каххаров, М.Р. Бакиев. Поймадаги кўндаланг дамбалар билан сиқилган оқимнинг гидравлик параметрлари

Мақолада сиқилган кесимда оқимнинг гидравлик параметрларини яъни, ўзандаги ва поймадаги оқимнинг тезликларини, тезликнинг нотекис тарқалишини, алоҳида зоналарнинг зоналарнинг чегарасини аниқлаш масалалари ечилган. Ўзан ўқи ва тезлик векторлари орасидаги бурчакни аниқлаш учун боғланиш графиклари, уларнинг сарф бўйича сиқилиш даражаси ва поймадаги дамбаларнинг ўрнатилиш боғлиқлиги келтирилган.

U.A. Kahharov, M.R. Bakiev. Hydraulic parameters of flow in a section compressed by transverse floodplain dams

The article gives solution to the problem of estimating hydraulic parameters in compressed sections: velocities in channel, floodplain, and in the separate zone boundaries with the consideration of uneven velocity distribution. graphic relationship is proposed for estimation of the angle between channel axes and velocity vector the degree of compression by discharge and floodplain dam placement angle.

УДК 611:8. 539

К.Н. НАВРУЗОВ, Ф. Б. АБДУКАРИМОВ

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЕМА ПОЛОСТЕЙ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА ПО КУБАТУРНОЙ ФОРМУЛЕ СИМПСОНА

В эхокардиографии отсутствует единый подход к расчету объемных показателей полостей сердца. Предлагаемые в литературе подходы к их оценке основаны на одномерных, а в некоторых случаях – двухмерных измерениях [1 – 3]. Однако эти измерения не дают точного определения объема полостей желудочков сердца. В связи с этим до сих пор остается актуальной проблемой кардиологии определение объема полостей желудочков сердца по данным эхокардиографии. Существуют разнообразные способы и методы расчета объемов желудочковых камер. Из них самый распространенный – расчет по формуле Тейчгольца [3]. Другой способ расчета [2] основан на эллипсоидной модели и модели левого желудочка в виде эллипсоида вращения. В зависимости от патологии [2] для описания формы левого желудочка также применяются гиперboloид, полусфера, усеченная сфера и другие фигуры вращения. Все эти методы сохраняют неадекватность отражения конфигурации нормального и патологического состояния сердца человека, несопоставимость результатов расчета объема одной полости разными методами и, как следствие, отсутствие единых критериев патологии. Невозможность их применения для расчета объема правого желудочка связана как с особенностями его ультразвуковой визуализации, так и со сложностью формы. В данной статье сначала определяются площадь и длина полости в парастернальной позиции при установлении датчика по короткой оси на уровне конца створок митрального клапана (рис. 1). Ультразвуковой датчик устанавливается в апикальном с четырехкамерным доступом. Фиксируется его изображение, исследуемая полость

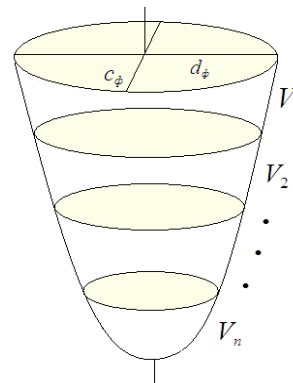


Рис. 1. Равномерное разбиение длинной оси на n -отрезков, содержащей на каждом отрезке объем криволинейного усеченного конуса

по длинной оси равномерно разбивается на n отрезки (рис. 2), как и в работе [4]. К его каждой точке деления перпендикулярно межжелудочковой перегородке проводятся параллельные линии, (см. рис. 1).

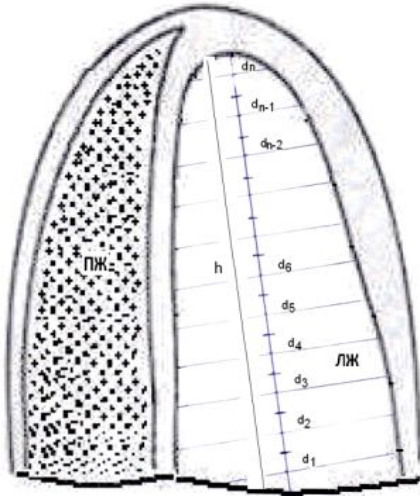


Рис. 2. Апикальная четырехкамерная позиция (предсердия не показаны)

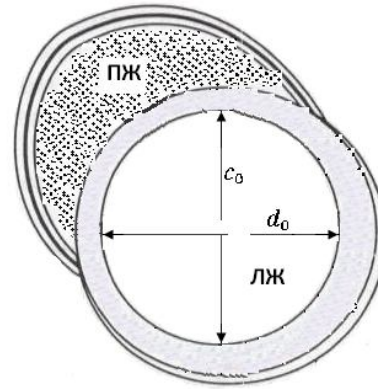


Рис. 3. Парастернальная позиция по короткой оси на уровне конца створок митрального клапана

Каждой короткой оси соответствуют определенные площади, которые также перпендикулярны межжелудочковой перегородке (см. рис. 3). Подобные площади определяются с помощью формулы

$$S_1 = Kc_1d_1, \quad S_2 = Kc_2d_2, \quad S_3 = Kc_3d_3 \dots S_n = Kc_nd_n, \quad (1)$$

где K – коэффициент пропорциональности; $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ – параллельные оси; $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ – перпендикулярные оси межжелудочковой перегородки. Из условия подобности S_n плоских фигур вытекает, что

$$\frac{c_1}{d_1} = \frac{c_2}{d_2} = \frac{c_3}{d_3} = \dots = \frac{c_n}{d_n} = N. \quad (2)$$

Отсюда легко находим

$$c_1 = Nd_1, \quad c_2 = Nd_2, \quad c_3 = Nd_3, \dots, \quad c_n = Nd_n. \quad (3)$$

Учитывая (3) в (1), определим

$$S_1 = KNd_1^2, \quad S_2 = KNd_2^2, \quad S_3 = KNd_3^2, \dots, \quad S_n = KNd_n^2. \quad (4)$$

Теперь кусковой объем полостей желудочков сердца определим с помощью вычисления приближенно к объему криволинейного усеченного конуса по кубатурной формуле Симпсона. В этом случае каждому отрезку соответствуют определенные объемы криволинейного усеченного конуса, которые вычисляются с помощью формул

$$\begin{aligned} V_1 &= KN \frac{H}{6n} (d_1^2 + 4d_2^2 + d_3^2), \\ V_2 &= KN \frac{H}{6n} (d_3^2 + 4d_4^2 + d_5^2), \\ &\dots \dots \dots \\ V_n &= KN \frac{H}{6n} (d_{2n-1}^2 + 4d_{2n}^2 + d_{2n+1}^2). \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь KN – коэффициент, определяемый из любой фиксированной площади подобных плоских фигур [4]. Поэтому обозначим его через фиксированный

$$S_{\phi} = KNd_{\phi}^2, \quad KN = S_{\phi}/d_{\phi}^2. \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5) и суммируя все объемы, составляем формулу для вычисления объема полостей желудочков сердца

$$V_{\text{жс}} = \frac{S_{\phi}}{d_{\phi}^2} \frac{H}{6n} (d_1^2 + d_{2n+1}^2 + 4(d_2^2 + d_4^2 + \dots + d_{2n}^2) + 2(d_3^2 + d_5^2 + \dots + d_{2n-1}^2)), \quad (7)$$

где d_n – размер по короткой оси, проведенный на точке деления n -го отрезка перпендикулярно межжелудочковой перегородке; H – размер желудочка по длинной оси; d_{ϕ} – фиксированный размер полости в парастернальном доступе по короткой оси; S_{ϕ} – фиксированная площадь полости в парастернальном доступе по короткой оси; $S_{\phi}/d_{\phi}^2 = KN$ – безразмерный геометрический коэффициент подобных плоских фигур.

Предложенный способ позволяет достичь следующего положительного эффекта:

- резкого уменьшения времени анализа данных эхокардиографического обследования;
- установления более точного измерения объема полостей желудочков сердца и надежного диагноза для пациента;
- определения точного объема любой геометрической фигуры (шара, конуса, эллипсоида и др.);
- строгого математического обоснования предложенных формул, и выявления того, что каждый ее член имеет физический смысл.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Клиническая ультразвуковая диагностика / Под ред. Мухарлямова Н.М. М., 1987. Т. 1. – 185 с.
- [2] Алпатов А.В. Способ определения объема полостей желудочков сердца // Ав. свидетель. № 2194450, 2002.
- [3] Teichholz L.E., Kreulen T., Herman M.V., Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in presence or absence of asynergy // Amer. J. Cardiology. Vol. 3. 1976. P. 7.
- [4] Abdikarimov F.B., Navruzov Q.N., Khujatov N.J. New way scoping of a cavity of the left ventricle of heart according to an echocardiography // European Science review. Vienna. 2014. №2. (March-April). P.44–46.

Ургенский государственный университет

Дата поступления
03.06.2015

К.Н. Наврузов, Ф.Б. Абдукаримов. Симпсоннинг кубатур формуласи ёрдамида юрак қоринчалари бўшлигининг ҳажмини ҳисоблаш

Мақолада Симпсоннинг кубатур формуласи ёрдамида юрак қоринчалари бўшлигининг ҳажмини ҳисоблаш усули қаралган. Таклиф қилинган формула юрак қоринчалари бўшлигининг ҳажмини аниқроқ ўлчаши билан фарқ қилади.

K.N. Navruzov, F.B. Abdukarimov. Calculation of volume of the cavity of the ventricles of the heart by a cubature formulas of Simpson

In the article method determining the volume of the cavities of the heart ventricles of the cubature formula of Simpson is discussed. The offered formula differs, with that that, it more accurately measures the volume of the cavity of the ventricles of the heart.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД

Исследование закономерностей миграционного процесса формирования минерализации дренажных вод позволяет отметить некоторые особенности. Прежде всего, представляется возможным выделить три основных периода в формировании «выходной» кривой: увеличение минерализации, период относительной стабилизации, последующее снижение. Они отражают нестационарный миграционный процесс. Продолжительность характерных периодов обусловлена особенностями строения области миграции и режимом эксплуатации систем.

Задачу прогнозной оценки минерализации вод, отводимых вертикальным дренажем, при-

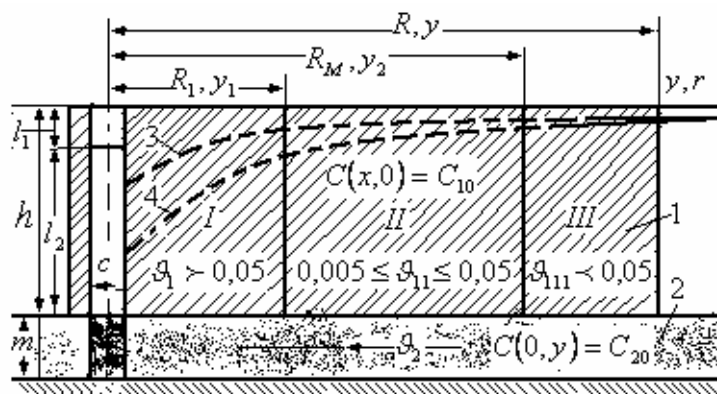


Рис. 1. Схема динамики минерализации дренажных вод: 1 – суглинки; 2 – пески; 3 – уровень грунтовых вод; 4 – пьезометрический уровень; L и m – мощность покровной толщи и водоносного пласта

менительно к условиям аридной зоны сформулировали и решили Д.Ф. Шульгин и М.П. Чиркин. Особенность рассмотренной задачи – нижний пласт рассоляется под влиянием фильтрационного потока из покровного слоя. В зависимости от применяемого типа дренажа – мелиоративного или профилактического – процесс формирования минерализации дренажных вод будет различным. Отличительная особенность расчетной схемы при мелиоративном дренаже (при промывках и промывном режиме орошения) – неравномерность поля скоростей фильтрации в покровном слое

(рис. 1), которая предопределяет различную интенсивность рассоления и влияет на формирование минерализации дренажных вод. Теоретические и экспериментальные исследования поля скоростей фильтрации при рассолении сероземов аридной зоны (В.М. Шестаков, Д.Ф. Шульгин, И.Ф. Музычук, В.М. Маргулис и др) позволяют выделить в покровном слое 3 зоны с характерным интервалом скоростей фильтрации:

I зона $Q_1 > 0.05$ м/сут (преобладает конвективный перенос солей);

II зона $0.005 Q_{11} \leq 0.05$ м/сут (конвективный перенос солей и процессы конвективной диффузии соизмеримы);

III зона $Q_{111} < 0.005$ м/сут (преобладают процессы конвективной диффузии).

Для приближенной прогнозной оценки динамики минерализации стока мелиоративного дренажа может быть использована следующая зависимость (Сойфер, 1976):

$$C_2(t) = C_{20} + C_{10} \bar{\omega}_1 \bar{t}_1 \exp\left(-\frac{Q_1 t}{n_s L}\right) + C_{10} \bar{\omega}_{11} \bar{t}_{11} \exp\left(-\frac{0.1 Q_{11} h \bar{t}_{11}}{D}\right), \quad (1)$$

где $C_2(t)$ – минерализация дренажных вод, г/л; C_{10} , C_{20} – начальная минерализация подземных вод в покровном слое и пласте, г/л; $\bar{\omega}_1$, $\bar{\omega}_{11}$ – отношение площади поперечного сечения I и II зон соответственно к площади гидродинамического влияния скважины; n_s – эффективная пористость; D – коэффициент конвективной диффузии, м²/сут; и h – мощность покровного слоя, м; Q_1 , Q_{11} – скорость фильтрации в I и II зоне, м/сут;

$$t_1 = \frac{t}{t_k}, t_k = 7n, \frac{h}{g_1}, t_{11} = \frac{t}{t_c}; t_c = t_1 + 2t_2 + 2\sqrt{t_1 t_2 + t_2^2}, t_1 = \frac{h}{g_{11}}, t_2 = \frac{4D}{g_{11}^2},$$

где t_k, t_c – продолжительность рассоления покровных отложений I и II зон (до значения примерно 0.1 – 0.2 C10).

Зависимость (1) можно использовать для приближенной оценки продолжительности формирования характерных периодов, например, периода наступления максимального значения концентрации дренажных вод для оценки возможности использования их для орошения. Эта зависимость не учитывает неравномерности исходного засоления, гетерогенности строения среды, которые влияют на формирование минерализации дренажных вод в начальный период.

Дальнейшие исследования динамики минерализации дренажных вод целесообразно развивать в трех основных направлениях:

- постановка долговременных натурных экспериментов и наблюдений на действующих объектах;
- схематизация природных условий и построение расчетных схем;
- теоретические исследования солепереноса и обоснование математической модели.

Рассмотрим динамику закономерности миграционного процесса формирования минерализации дренажных вод в модели движения дисперсной смеси в трещиновато-пористой среде, состоящей из пористых блоков, разделенных трещинами, при работе несовершенной скважины в неоднородном пласте. Дисперсная смесь состоит из минерализованной жидкой среды, плотность которой равна $\rho_{см} = \rho_1 + \rho_2$, где ρ_1 – приведенная плотность воды, равная $\rho_1 = \rho_1 f_1$; ρ_2 – плотность минерализованной среды, равная $\rho_2 = \rho_2 f_2$ [1]. Здесь ρ_{1i}, ρ_{2i} – истинные плотности; f_1, f_2 – объемные концентрации воды и минерализованной среды. Предполагается, что объемные концентрации воды и минерализованной среды постоянны при движении обеих фаз и фазовые преобразования отсутствуют. Трещины однообразные, при миграции смеси отсутствуют деформации, образование и развитие новых трещин.

Пласт горизонтальный, бесконечной протяженности и конечной мощности h . Кровля и подошва пласта непроницаемы. Пласт прорезан скважиной радиусом c , которая проницаема не по всей длине, а на промежутке $l = l_2 - l_1 < h$. Пространство вокруг скважины минерализовано и образуется призабойная зона цилиндрической формы радиусом R (см. рис. 1), проницаемость которой ниже, чем в остальной части пласта. Положив $\beta_{j0} = \beta_{cj} + m_j \beta$, где β_{cj} – коэффициент сжимаемости пластов; m_j – пористость пластов; β_{j0} – коэффициент сжимаемости смеси минерализованной жидкости; коэффициент пьезопроводности размерностью $[\chi_i] = \text{м}^2/\text{с}$, равной $\chi_j = k_j / \mu \beta_{j0}$, причем $j=1$ соответствует призабойной зоне; $j=2$ – внешняя часть пласта; k_j – проницаемость трещин. Движение осесимметрично происходит в двух средах и описывается уравнениями в цилиндрических координатах [2, 3]:

$$\frac{\partial p_j}{\partial t} - \eta_j \frac{\partial \Delta p_j}{\partial t} = \chi_j \Delta p_j, \quad (j = 1, 2), \quad (2)$$

где η_j – характеристика трещиновато-пористой среды, в м^2 ; p_j – давление жидкости в блоках.

$$\Delta p = \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial r} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2}.$$

До начала работы скважины давление во всем пласте постоянное и равно p_0 . Скважина работает с расходом Q . Начальные и граничные условия имеют вид $p_j = p_0 + q P_j$, где $q = Q \mu_{см} / 2\pi l k$; $\mu_{см}$ – динамическая вязкость минерализованной жидкости; $\mu_{см} = \nu_{см} \rho_{см}$; $\mu_{см}$ – динамическая, $\nu_{см}$ – кинематическая вязкость минерализованной жидкости; $\rho_{см} \bar{V}_{см} = \rho_1 \bar{V}_1 + \rho_2 \bar{V}_2$; $\bar{V}_1, \bar{V}_2$ – векторы скорости каждой фазы смеси, соли и воды.

В начальный период миграции солей концентрация не меняется, давление постоянное и для функции P_j , определяющей изменение минерализации смеси, уравнения (2) сохраняют форму.

Тогда начальные условия станут нулевыми:

$$\left. \frac{\partial P_j}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad P_2(\infty, z, t) = 0. \quad (3)$$

Гетерогенность строения среды влияет на формирование минерализации дренажных вод и в период наступления максимального значения концентрации дренажных вод повышается, при этом функция P_j , определяющая формирование минерализации смеси, имеет следующие граничные значения:

$$\left(r \frac{\partial P_1}{\partial z} \right) = \begin{cases} - \left[1 - \exp \left(- \frac{\chi_1}{\eta_1} \right) \right] & (z \in [l_1, l_2]); \\ 0 & (z \notin [l_1, l_2]). \end{cases} \quad (4)$$

В период наступления максимального значения формирование минерализации смеси дренажных вод повышается и на границе II зоны выполняются равенства формирования минерализации смеси для обоих пластов и равенство потоков [4]:

$$P_1(R, z, t) = P_2(R, z, t),$$

$$\left(\frac{k_1}{\mu} \frac{\partial P_1}{\partial r} + \eta_1 \beta_{10} \frac{\partial^2 P_1}{\partial t \partial r} \right)_{r=R-0} = \left(\frac{k_2}{\varpi} \frac{\partial P_2}{\partial r} + \eta_2 \beta_{20} \frac{\partial^2 P_2}{\partial t \partial r} \right)_{r=R+0}. \quad (5)$$

К функциям изменений минерализации смеси $P_j(r, z, t)$ применим преобразование Лапласа по переменной t . Тогда, как в работах [1, 3], для функции изображений $f_j(r, z, t)$ формирования минерализации смеси получим уравнение

$$\Delta f_j - \frac{s}{\chi_j + \eta_j s} f_j = 0 \quad (6)$$

с граничными условиями, как в работе [3]. Полученное уравнение допускает разделения переменных функций изображений минерализации смеси, для чего положим

$$f_j(r, z, s) = Z_j(z) R_j(r, s).$$

Тогда уравнения (2) и краевые условия (4) дают следующие два уравнения. Дифференциальное уравнение относительно вертикальных изменений минерализации $Z_j(z)$:

$$\frac{d^2 Z_j}{dz^2} + \lambda^2 Z_j = 0, \quad \left. \frac{dZ_j}{dz} \right|_{z=0} = 0 \quad (j=1,2); \quad (7)$$

дифференциальное уравнение относительно радиуса действий минерализации $R_j(r, s)$:

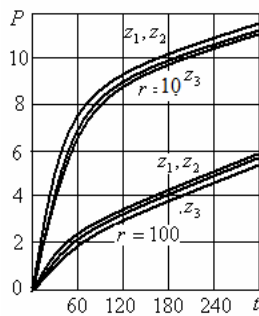
$$\frac{d^2 R_j}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dR_j}{dr} - \left(\frac{s}{\chi_j + \eta_j s} + \lambda^2 \right) R_j = 0, \quad (j=1,2), \quad (8)$$

$$R_2(\infty, 0) = 0.$$

Как известно из работ [2, 3], дифференциальное уравнение (7) имеет собственные функции

$$Z_{jn} = C_{jn} \cos \lambda_n z,$$

Рис. 2. График распределения минерализации



где $\lambda_n = n\pi/h$ – собственные числа, а соответствующие собственные функции, задачи (8) которых принимаем за радиус действий фильтрационного потока с солью, имеют вид [5]

$$R_{1n} = A_{1n} I_0(r\nu_n) + B_{1n} K_0(r\nu_n), \quad R_{2n} = B_{2n} K_0(r\delta_n),$$

где $v_n^2 = \frac{S}{\chi_1 + \eta_1 S} + \lambda_n^2$; $\delta_n^2 = \frac{S}{\chi_2 + \eta_2 S} + \lambda_n^2$; I_m и K_m – функции Макдональда m -го порядка.

Определение постоянных A_{1n} , B_{1n} , C_{jn} проводится как в работах [3, 5]. Тогда получим решение задачи (2), (3) – (8) распределения минерализации в фильтруемой воде. На рис. 2 представлены графики формирования минерализации дренажных вод для случая $c=0$ при $Q=500 \text{ см}^3/\text{с}$; $h=12 \text{ м}$; $l=6 \text{ м}$.

Кривые показывают распределение солей в зависимости от времени на расстоянии от скважины $r=10 \text{ м}$ и $r=100 \text{ м}$ на уровнях $z_1=0$, $z_2=3 \text{ м}$, $z_3=6 \text{ м}$.

Наиболее неблагоприятная мелиоративная обстановка формируется в III зоне, характеризующейся неустойчивым солевым режимом и проявлением процессов вторичного засоления при гидроморфном режиме. Анализ поля скоростей фильтрации на стадии проектирования дренажа позволит в каждом конкретном случае наметить оптимальный режим работы системы, чтобы исключить формирование III зоны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Худайкулов Б.С., Махмудов И.Э., Яхшибоев Д.С. Движение дисперсной смеси в неоднородной среде к скважине // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2013. № 3 – 4. С. 147 – 152.
- [2] Лаврентьев М.А., Шабат Б.Б. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Физматгиз, 1958. – 678 с.
- [3] Райченко Л.М. Приток жидкости к несовершенной скважине в неоднородной среде // Прикладная механика. 1977. 13. № 9. С. 103 – 107.
- [4] Баренблатт Г. И. О некоторых краевых задачах для уравнения фильтрации жидкости в трещиноватых породах // Прикладная математика и механика, 1963. 27. № 2, С. 348 – 350.
- [5] Райченко Л.М. Задача о притоке жидкости к совершенной скважине в слое трещиновато-пористых пород при наличии призабойной зоны // Прикладная механика. 1973. 9, № 4. С. 91 – 95.

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при ТИИМ

Дата поступления
11.12.2014

Б.С. Худайкулов, Х.М. Якубова, Ф.А. Гаппаров, Ф.Х. Нишоннов. Дренаж сувларининг минераллашув динамикасини математик асослаш

Дренаж сувлари оқимининг пластлар орасидан оқиб ўтишидаги минераллашуви қонунлари ўрганилган. Бир жинсли бўлмаган пласта босим ва тузли сувларнинг тарқалиши қонуниятларини ифодаловчи аналитик формулалар олинган.

B.S. Khudaykulov, Kh.M.Yakubova, F.A. Gapparov, F.H. Nishonov. Mathematical justification of drainage waters mineralization

The mineralization of drainage waters during their movement through layer is studied in the article. The formulas which describe passing of the stream through the no homogeneous layer are obtained.

УДК 532.546

Б.Х. ХУЖАЁРОВ, Ж.М. МАХМУДОВ, Ш.Х. ЗИКИРЯЕВ

ПЕРЕНОС ВЕЩЕСТВА В ДВУХЗОННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ С УСЛОВИЕМ НА ФРОНТЕ СМАЧИВАНИЯ

В макроскопически неоднородных пластах существуют отдельные зоны, пропластки, фильтрационно-емкостные свойства которых могут значительно отличаться от остальных зон. Математическое моделирование процессов переноса вещества в таких средах впервые осуществлено в [1, 2], в [3 – 6] предложен ряд математических моделей для описания переноса вещества. Однако явление адсорбции при переносе вещества в таких средах изучено слабо.

В статье исследуется перенос вещества в двухзонной пористой среде с учетом адсорбции в зоне с подвижной жидкостью. Рассмотрим пористую среду, состоящую из двух зон: 1) зоны с пористостью m_1 , где поры являются транзитными для жидкости – зоны с подвижной жидкостью; 2) зоны с неподвижной жидкостью (с неподвижной, связанной водой), пористостью m_2 , с учетом

эффектов конвективного переноса, гидродинамической дисперсии, адсорбции вещества в подвижной зоне и внутреннего массопереноса между обеими зонами. Среду считаем полубесконечной, одномерной, зону Ω_2 – равномерно распределенной в Ω_1 . В зоне Ω_1 за счет неоднородности распределения скоростей движения жидкости в порах обычно происходит гидродинамическая дисперсия вещества, что приводит к линейной зависимости коэффициента дисперсии от скорости движения жидкости в порах [3, 4].

В рамках принятых допущений уравнение переноса вещества в Ω_1 можно записать в виде

$$m_1 \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x} + m_2 \frac{\partial N}{\partial t} + \beta \frac{\partial S}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где c – текущая объемная концентрация вещества, $\text{м}^3/\text{м}^3$; D – коэффициент гидродинамической дисперсии, $\text{м}^2/\text{с}$; m_1, m_2 – пористость в зонах с подвижной и неподвижной жидкостью соответственно; N – концентрация вещества в зоне с неподвижной жидкостью, $\text{м}^3/\text{м}^3$; S – концентрация адсорбированного вещества в зоне с подвижной жидкостью, $\text{м}^3/\text{кг}$; v – скорость фильтрации, $\text{м}/\text{с}$; x – координата, м ; β – общая плотность пористой среды, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Пусть в первоначально насыщенную чистой (без вещества) жидкостью среду с начального момента времени закачивается жидкость с постоянной концентрацией вещества c_0 . В некоторых случаях считается, что в зоне с подвижной жидкостью образуется условный фронт смачивания, движущийся с законом $x_0(t) = vt/m_1$. Позади этого фронта происходит перенос вещества, а при $x \geq x_0(t)$ концентрационные профили всюду точно равны нулю. Для заданного времени t определяется $x_0(t)$, где ставится условие нулевой концентрации.

При отмеченных допущениях начальные и граничные условия для задачи имеют вид

$$c(0, x) = 0, \quad N(0, x) = 0, \quad S(0, x) = 0, \quad c(t, 0) = c_0, \quad c(t, x_0(t)) = 0. \quad (2)$$

Необходимо определить поля концентрации адсорбированного вещества и диффундированного вещества из Ω_1 в Ω_2 .

В зависимости от вида кинетик адсорбции и внутреннего массообмена рассмотрим несколько случаев.

1. Линейная кинетика адсорбции и внутреннего массообмена. Здесь мы используем подход, когда внутридиффузионный массообмен определяется как кинетический процесс первого порядка [1, 2]

$$\alpha \frac{\partial N}{\partial t} = kc - N, \quad (3)$$

где k, α – const.

В зоне Ω_1 происходит неравновесная адсорбция вещества, кинетика которой определяется, как и внутридиффузионный массообмен, уравнением первого порядка

$$\frac{\partial S}{\partial t} = k_1 \frac{m_1}{\beta} c - k_2 S, \quad (4)$$

где k_1, k_2 – const.

Задача (1) – (4), хотя и линейная, получение аналитического решения является сложным, так как необходимо найти одновременно три поля. Для решения задачи применяем метод конечных разностей [7].

В расчетах использованы следующие значения исходных параметров: $v = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}/\text{с}$, $D = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $m_1 = 0.3$, $m_2 = 0.2$, $c_0 = 0.01$; различные значения $k, k_1, k_2, \alpha, \beta$.

Анализ результатов расчетов показывает, что за счет поступления вещества в среде формируются три поля c, S, N , которые продвигаются по пласту с течением времени. Можно наблюдать увеличение концентрации адсорбированного вещества и внутреннего массообмена в каждой точке пласта, включая точку $x=0$. С увеличением значения α переходной процесс затягивается. При увеличении значений параметра k_1 заметно относительное увеличение значений концентрации адсорбированного вещества. Аккумуляция вещества в пласте за счет адсорбции приводит к уменьшению $c(t, x)$ и, следовательно, $N(t, x)$. Вследствие этого продвижение фронтов c, S, N в направлении движения жидкости замедляется. При увеличении значений k_2 можно обнаружить от-

носительное уменьшение значений адсорбции. Одновременно продвижение профилей в направлении движения жидкости ускоряется. Таким образом, можно заключить, что влияние k_1 и k_2 на процесс адсорбции, как и на перенос вещества, взаимнообратно.

2. *Нелинейная кинетика адсорбции и линейная кинетика внутреннего массообмена.* Здесь вместо линейной кинетики адсорбции (4) рассмотрим

$$\frac{\partial S}{\partial t} = k_1 \frac{m_1}{\beta} c^n - k_2 S, \quad 0 < n < 1 \quad (5)$$

- нелинейную кинетику.

Результаты численного решения задачи показывают, что с уменьшением n значения адсорбции в среде увеличиваются. За счет аккумуляции вещества в пласте, как и в случае линейной кинетики адсорбции, продвижение концентрационных профилей c , S , N в среде замедляется. В случае нелинейной кинетики адсорбция протекает более интенсивно, чем в линейном случае. Те сложности переходного процесса, отмеченные для линейной кинетики адсорбции, полностью сохраняются и в случае нелинейной кинетики.

3. *Линейная кинетика адсорбции и нелинейная кинетика внутреннего массообмена.* Примем, что внутренний массообмен между зонами пласта с транзитными порами и застойной жидкостью происходит по нелинейной кинетике

$$\alpha \frac{\partial N}{\partial t} = k c^m - N, \quad 0 < m < 1. \quad (6)$$

В случае $m=1$ из (6) получаем линейную кинетику (3). Адсорбция происходит по линейной кинетике (4).

Для оценки нелинейной кинетики внутреннего массообмена уравнение (1) рассматривалось вместе с (6) и (4). Задача решалась для условий (2). На основе численных расчетов определялись профили c , S и N для различных значений исходных параметров. С уменьшением показателя нелинейности m можно заметить относительное увеличение внутреннего массообмена N . В отличие от предыдущих случаев изменение c и S за счет увеличения N менее заметно. Нелинейная кинетика внутреннего массообмена при тех же остальных параметрах приводит к интенсификации внутреннего массообмена. Как и в предыдущих случаях, можно заметить затягивание нестационарного переходного процесса.

4. *Нелинейные кинетики адсорбции и внутреннего массообмена.* Рассмотрим случай, когда адсорбция и внутренний массообмен происходят по нелинейной кинетике. Уравнение (1) проанализируем вместе с (5) и (6). С уменьшением показателя n можно заметить увеличение значений S . Это отражается на профилях c и N : они относительно уменьшаются и интенсивность их распространения в среде ослабевает. Рассматриваемый здесь случай характеризуется наибольшей интенсивностью процессов адсорбции и внутреннего массообмена по сравнению с предыдущими случаями. Использование нелинейной кинетики адсорбции по сравнению с линейной при прочих равных параметрах приводит к интенсификации процесса адсорбции.

Некоторые результаты расчетов приведены на рис. 1, 2. Первый случай соответствует линейной кинетике адсорбции и внутреннего массообмена (см. рис. 1), где заметно точное обнуливание профилей по мере простирания их в пласте. На рис. 2 даны сравнительные результаты с условиями $c(t, \infty) = 0$ и $c(t, x_0(t)) = 0$. Здесь разница чувствуется для начального этапа развития профилей. С увеличением времени оба результата сближаются. Следовательно, сравнительное влияние условия, заданного на фронте смачивания, чувствуется только в диапазоне относительно малых времен.

Анализ результатов расчетов показывает, что адсорбция вещества в пористой среде с транзитными порами и связанной, неподвижной жидкостью приводит к запаздывающему развитию концентрационного поля в подвижной жидкости, а также массообмена между зонами. Нелинейная кинетика при прочих равных параметрах приводит к усилению адсорбционных эффектов. Характерные переходные процессы для адсорбции, внутреннего массообмена и переноса вещества, взаимодействуя между собой, приводят к сложному переходному процессу. В частности, для того переходного процесса, который должен был завершиться быстрее остальных, отмечается продление наступления стационарного режима. При нелинейной кинетике при прочих равных параметрах внутренний массообмен интенсифицируется.

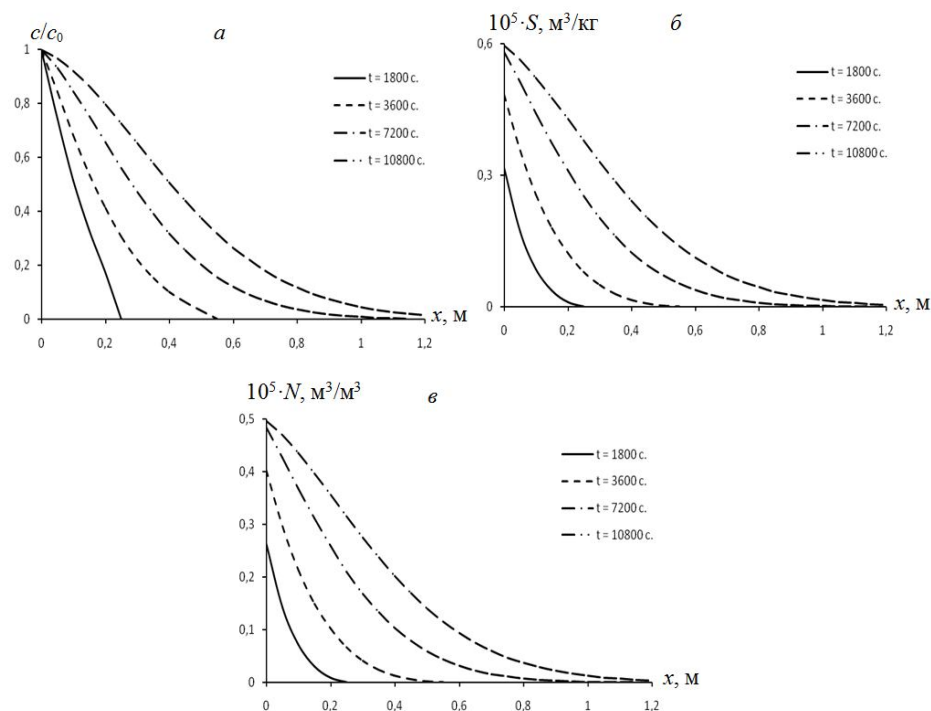


Рис. 1. Профили концентраций c/c_0 (а), S (б), N (в) при $k_1=2 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$, $k_2=5 \cdot 10^{-4} \text{ c}^{-1}$, $\alpha=2000 \text{ c}$ в различные моменты времени

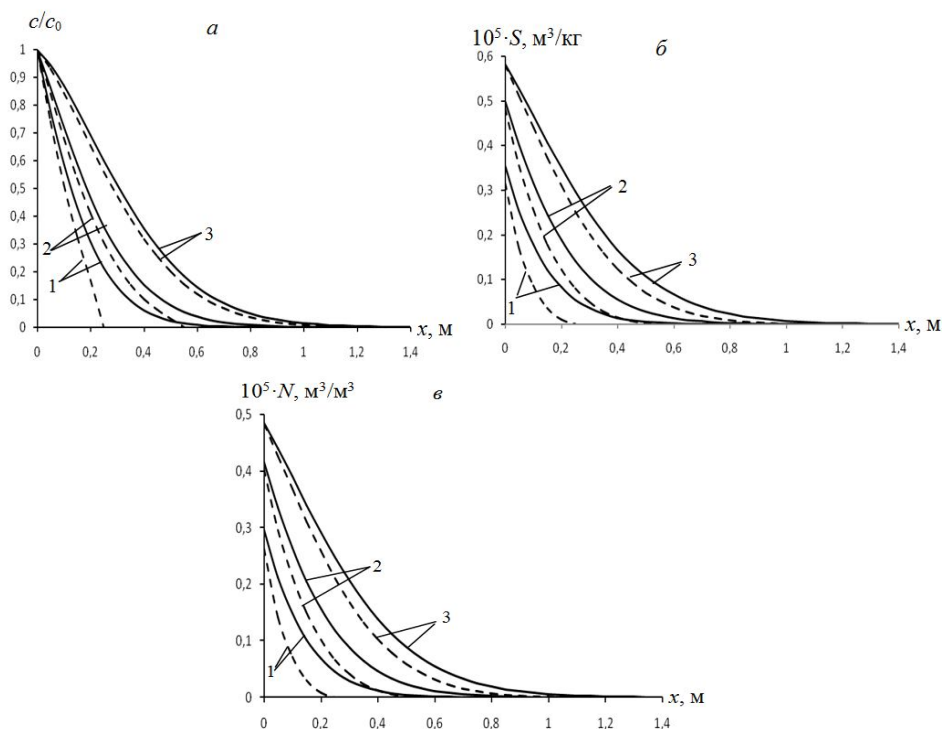


Рис. 2. Профили концентраций c/c_0 (а), S (б), N (в) при $t=1800$ (1), $t=3600$ (2), 7200 (3) c; ----- $c(t, x_0(t))=0$, — $c(t, \infty)=0$

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Coats K. H., Smith B. D. Dead-end pore volume and dispersion in porous media // Soc. Pet. Eng. J. 1964. No. 4. P. 73 – 84.
- [2] Van Genuchten M., Wierenga P. J. Mass transfer studies in sorbing porous media. 1. Analytical Solution // Soil Sci. Soc. Am. J. 1976. No. 40. P. 473 – 479.
- [3] Bear J., Verruijt A. Modelling Groundwater Flow and Pollution. Reidel. Dordrecht, 1987.

- [4] Bear J. Dynamics of fluids in porous media. Elsevier. New York, 1972.
- [5] Clark M. M. Transport Modelling for Environmental Engineers and Scientists. John Wiley. New York, 1996.
- [6] Николаевский В.Н., Бондарев Э.А., Миркин М.И., Степанова Г.С., Терзи В.П. Движение углеводородных смесей в пористой среде. М.: Недра, 1968.
- [7] Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977.

Самаркандский государственный университет

Дата поступления
08.07.2015

Б.Х. Хўжаёров, Ж.М.Махмудов, Ш.Х.Зикиряев. Намланиш чегарасида берилган шартда икки зонали говак муҳитда модданинг кўчиши

Мақолада чексизликда ва намланиш чегарасида концентрация берилган ҳолатда адсорбцияни ҳисобга олган ҳолда икки зонали говак муҳитда модданинг кўчиши масаласи сонли таҳлил қилинган. Чизиқли, нозичиқли адсорбция ва зоналар орасидаги нисбий модда алмашинуви кинетикалари ҳоллари қаралган. Модданинг кўчиши кўрсаткичларига турли кинетикаларнинг таъсири баҳоланган.

B.Kh.Khuzhayorov, J.M.Makhmudov, Sh.Kh.Zikiryayev. Solute transport in a two-zone porous medium with a condition on wetting front

In the paper solute transport with adsorption in a two-zone porous medium is numerically analyzed for two conditions with given solute concentration on 1) infinity; 2) wetting front is numerically analyzed. Linear, non-linear dynamics of adsorption, inter-zone solute relative mass exchange are considered. Influence of different kinetics on transport characteristics is estimated.

УДК 625.12.033.38

Ш.Ш. АБДУКАМИЛОВ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА, ОТСЫПАННОГО БАРХАННЫМИ ПЕСКАМИ В ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ

Технический прогресс железнодорожной отрасли Республики Узбекистан, характеризующийся строительством новых железнодорожных линий, внедрением высокоскоростного движения в общую сеть железных дорог, обновлением парка подвижного состава, повышением интенсивности движения и грузоподъемности поездов, требует решения ряда сложных задач по обеспечению несущей способности земляного полотна, особенно в районах распространения барханных песков.

Согласно Правилам технической эксплуатации железных дорог, земляное полотно, все элементы железнодорожного пути по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение подвижного состава с наибольшими установленными скоростями. Земляное полотно должно обеспечивать долговременную стабильность при пропуске транспортных средств с установленными скоростями и расчетной грузонапряженностью.

Железнодорожное земляное полотно представляет собой сложный комплекс грунтовых объектов, функционирующих в условиях природно-климатической среды и динамических нагрузок. Сложность объектов земляного полотна, случайный характер проявления факторов природной среды существенно влияют на стабильность и деформативность земляного полотна. Практика строительства и эксплуатации железных дорог в пустынных районах Узбекистана, где земляное полотно полностью отсыпано барханными песками, показывает, что именно эти участки железнодорожного пути в наибольшей степени подвержены деформациям и разрушению.

Следует отметить, что работа железнодорожного земляного полотна определяется следующими взаимосвязанными факторами [1]:

- Состав, состояние и свойства грунтов, слагающих земляное полотно, – вид грунта, плотность, влажность, гранулометрический состав, минералогический состав, диссипативные и поглощающие способности и др.
- Характер и величина действующих сил и эксплуатационные показатели – статические, вибрационные и динамические воздействия, интенсивность движения, нагрузки на ось подвижного состава, скорость движения поездов, длина поездов и др.

- Конструктивные показатели верхнего строения пути и его состояние – тип рельсов, вид и толщина балласта, эпюра шпал и их тип, вид креплений, ширина рельсовой колеи, наличие неровностей на рельсе и др.

Названные факторы в итоге определяют напряженное состояние и характеристики колебательного процесса грунтов земляного полотна, важнейшими из которых являются максимальные динамические напряжения и амплитуда колебаний на основной площадке, наряду с их распространением в теле полотна и за его пределами.

В настоящее время расчеты земляного полотна могут производиться следующими методами:

1. Методы, рассматривающие возможность разрушения откосов со смещением грунта по некоторой криволинейной поверхности скольжения.
2. Методы, основанные на упрощенных расчетных схемах с принятием плоских поверхностей скольжения земляных масс.
3. Методы, основанные на решении системы уравнений теории предельного равновесия грунтов земляного полотна с построением сетки линий скольжения.

Эти методы содержат ряд таких допущений, как: расчеты откосов проводятся по линиям скольжения изначально заданной формы, не учитываются инерционные силы, возникающие при движении поездов, и т.д. В связи с этим в последние годы сильно развились численные методы расчета напряженно-деформированного состояния грунтов земляного полотна с использованием современной вычислительной техники. Эти расчеты основаны на методе конечных элементов, который требует применения сложных моделей грунта, тщательного определения физико-механических характеристик материалов, а также полного соответствия реальным геометрическим размерам моделируемого железнодорожного земляного полотна.

В настоящее время для проведения расчетов инженерных сооружений широко используются программные комплексы, реализующие метод конечных элементов, такие как ANSYS, COSMOS/S, PLAXYS, SCAD, Robot, ABAQUS, MSC/NASTRAN, MSC/PATRAN, ЛИРА и т.д., которые позволяют решить задачи механики твердого тела, жидкости и газа, в частности, в динамической постановке, задачи теплофизики, электромагнетизма, а также связанные задачи.

Расчет железнодорожной насыпи из барханных песков методом конечных элементов производится в следующей последовательности: исследуемая насыпь рассчитывается в условиях плоской задачи. При этом расчет необходимо провести при действии статической и вибродинамической нагрузок. Учет динамики на основную площадку земляного полотна в модели насыпи осуществляется путем введения инерционных составляющих, корректирующих вес конечных элементов.

Характеристики грунта земляного полотна и элементов верхнего строения пути, учитываемые в компьютерной модели, рекомендуется брать из таблицы [2].

Изменение прочностных характеристик барханного песка под воздействием вибродинамической нагрузки поезда следует выполнить по методике И.В. Прокудина [1, 3]:

$$c_{дин} = c \cdot \left[(1 - K_c) + K_c \cdot e^{-k \cdot (A_{zy} - A_n)} \right], \quad (1)$$

$$\varphi_{дин} = \varphi \cdot \left[(1 - K_\varphi) + K_\varphi \cdot e^{-k \cdot A_{zy}} \right], \quad (2)$$

где K_c – коэффициент относительного снижения сцепления, равный для барханных песков $K_c=0.134$; K_φ – коэффициент относительного снижения угла внутреннего трения, равный для барханных песков $K_\varphi=0.226$; k – коэффициент виброразрушения грунта, равный для барханных песков $k=0.01$; A_n – начальная амплитуда колебаний, равная $A_n=0$; A_{zy} – результирующая амплитуда колебаний барханных песков в точке с координатами z и y мкм, равная

$$A_{zy} = A_0 e^{z \cdot \ln \delta_1 - \delta_2' \cdot \varphi(y) - \delta_2'' \cdot (y - 1.35) - \delta_3 \cdot h_i}, \quad (3)$$

A_0 – максимальная вероятная результирующая амплитуда колебаний барханных песков основной площадки земляного полотна, мкм, равная для барханных песков при максимальной скорости поезда 90 км/ч $A_0=440$ мкм; z – расстояние по вертикали от основной площадки до рассматриваемой точки; y – расстояние по горизонтали до рассматриваемой точки, м; δ_1 – коэффициент затухания колебаний в вертикальной плоскости, 1/м, равный для барханных песков $\delta_1=0.497$; δ_2' – коэффи-

коэффициент затухания колебаний в первой зоне, равный для барханных песков $\delta'_2 = -0.207$; δ'_2 – коэффициент затухания колебаний во второй зоне; для барханных песков $\delta'_2 = -0.008$; δ_3 – коэффициент затухания колебаний в откосной части земляного полотна, равный

$$\delta_3 = \frac{\ln \delta_1}{1.5 \cdot \operatorname{ctg} \alpha_1}, \quad (4)$$

где α_1 – угол заложения откоса насыпи; h_i – высота откоса насыпи над рассматриваемой точкой (м), равная

$$h_i = \begin{cases} 0 & \text{при } y \leq 0.5b_{nl} \\ (y - 0.5b_{nl}) \operatorname{tg} \alpha_1 & \text{при } y > 0.5b_{nl} \end{cases}. \quad (5)$$

Здесь b_{nl} – ширина основной площадки земляного полотна, м;

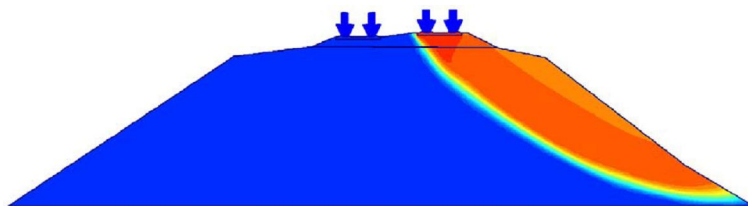
$$\varphi(y) = \begin{cases} (y - 1.35) & \text{при } y \leq 3.6 \\ 2.25 & \text{при } y > 3.6 \end{cases} \quad (6)$$

Свойства материалов верхнего и нижнего строения пути

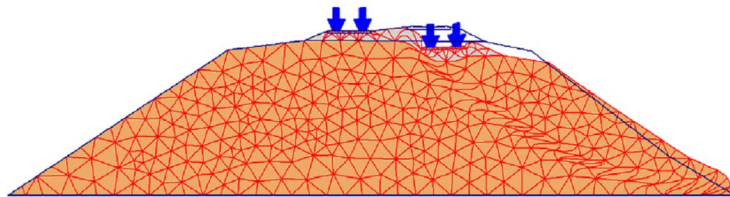
Материал	Свойства материалов				
	модуль упругости E , кПа	модуль упругости μ	объемная масса γ , т/м ³	сцепление c , кПа	угол внутреннего трения φ , град
Железобетонная шпала	$3.25 \cdot 10^7$	0.2	2.5	-	-
Щебеночный балласт	10^5	0.27	1.85	2	27
Грунт насыпи (барханные пески)	$7 \cdot 10^4$	0.31	1.68	0.5	31

Пример графических результатов расчета насыпи методом конечных элементов приведен на рисунке. Как установлено, модель полностью описывает напряженно-деформированное состояние земляного полотна. На примере видно, что насыпь с такими геометрическими параметрами и прочностными свойствами не выдерживает вибродинамическую нагрузку, возникающую от проходящих поездов. Следовательно, необходимо изменить конструкцию насыпи и повторить расчет.

а) полные деформации



б) деформированный вид насыпи



Результаты расчета насыпи высотой 5.5 м, шириной основной площадки 11.8 м, сложенной из барханных песков, в программном комплексе ANSYS

Таким образом, расчеты железнодорожного земляного полотна следует проводить методом конечных элементов, с помощью которого можно описать математическими и механическими моделями работу земляного полотна и его напряженно-деформированное состояние. Учет динамики в моделях грунта насыпи следует производить по методике Прокудина, которая учитывает снижение прочностных характеристик грунтов от действия вибродинамических нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прокудин И. В. Прочность и деформативность железнодорожного земляного полотна из глинистых грунтов, принимающих вибродинамическую нагрузку: Дис. ... докт. техн. наук. Л.: ЛИИЖТ, 1982. – 455 с.
- [2] Абдукамилов Ш. Ш. Исследование барханных песков в условиях трехосного напряженного состояния при воздействии вибродинамических нагрузок // Известия ПГУПС. Вып. 3. Спб., 2011. С. 107 – 114.
- [3] Абдукамилов Ш. Ш. Исследование колебательного процесса барханных песков, уложенных в железнодорожное земляное полотно // Известия Транссиба. Вып. 2(18). Омск, 2014. С. 75 – 86.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

Ш.Ш. Абдукамилов. Бархан қумларидан барпо қилинган темир йўл ер тўшамасини динамик масала қўйилишида сонли усуллар билан ҳисоблаш

Мақолада бархан қумларидан барпо қилинган темир йўл ер тўшамасини ҳисоблаш масалалари қўрилган. Ер қўтармасини ҳисоблашнинг асосий усуллари кўрсатилган. Чекли элементлар усулини амалга оширувчи компьютер дастурида ер қўтармасини ҳисоблаш кетма-кетлиги берилган.

Sh.Sh. Abdukamilov. Numerical methods for calculating the bearing capacity of the railway roadbed, paved blown sand in a dynamic formulation

The paper deals with the calculation of the railway subgrade, built of blown sand. The basic methods of calculating the embankment. The sequence of calculation of the embankment by a computer program implementing the finite element method.

УДК 539.3

А. АБДУСАТТАРОВ, М.М. РАСУЛМУХАМЕДОВ

К ПРОЦЕДУРЕ РАСЧЕТА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЖЕНИЯХ С УЧЕТОМ УПРОЧНЕНИЯ-РАЗУПРОЧНЕНИЯ

Повышение прочности, снижение материалоемкости, интенсификация рабочих параметров – наиболее важные условия повышения эффективности их применения в отраслях строительства, машиностроения и авиастроения. В связи с этим повышенные требования предъявляются к расчету на прочность и деформируемость различных элементов конструкций и сооружений с учетом упругих, упругопластических и реологических свойств материалов [1 – 3].

При оценке работы несущих элементов конструкций в условиях циклического изменения силовых и температурных параметров возникают специфические проблемы. В первую очередь, они связаны с определением соответствующих напряжений и деформаций, формулированием условий возникновения предельных состояний: нарушения прочности, повреждаемости, появления недопустимых перемещений и т.п.

Отметим, что технология расчёта напряженно-деформированного состояния упругопластических тел с полостью или выемкой, с помощью разработанного программного обеспечения, основана на идеях алгоритмизации, вычислительного эксперимента и модульного программирования [3].

Разработанное программное средство обеспечивает автоматизацию процесса исследования напряженно-деформированного состояния трехмерных упругопластических тел с полостями, выемками и другими геометрическими особенностями на основе метода конечных элементов, комбинации методов Власова-Канторовича и конечных разностей, а также метода упругих решений А. А. Ильюшина [1].

Рассматриваемое программное средство обеспечивает решение формализованных задач прочностных расчетов процессов упругопластического деформирования объемных тел со сложной формой за счет активного вовлечения оператора в процесс проектирования и использования его опыта и интуиции. Программное средство, помимо чисто диалоговых функций, предназначено для организации двусторонней передачи данных между пользователем монитором и прикладной программой. Оно позволяет редактировать и формировать текстовые документы, выполнять расчеты, представлять результаты расчетов в виде таблиц или графиков, внести базу данных различных представлений информационных объектов, а также обеспечивает пользователя-непрограммиста инструментальными средствами автоматизации обработки данных. Программное средство однопользовательское, рассчитанное на доступ одного пользователя к ресурсам системы.

В процессе создания данной системы основное внимание уделялось таким принципам, как [3 – 5]: 1) системный подход; 2) учет перспективы развития технических средств вычислительной техники; 3) оптимальное сочетание возможностей пользователей-проектировщиков и средств автоматизации; 4) обеспечение гибкости, устойчивости и надежности эксплуатации; 5) создание алгоритмической системы

По характеру выполняемых функций управляющие программы осуществляют две группы операций: 1) логические операции, связанные с вводом и анализом оперативной информации, в которой формализована содержательная постановка задачи и постановка краевой задачи переменной пластической; 2) операции вычислительного характера, связанные с численным решением краевых или оптимизационных задач, реализацией алгоритмов расчета на компьютере и выполнением расчетов конкретных классов конструкций пространственной компоновки на НДС, при переменных нагрузениях с учетом упрочнения-разупрочнения и повреждаемости.

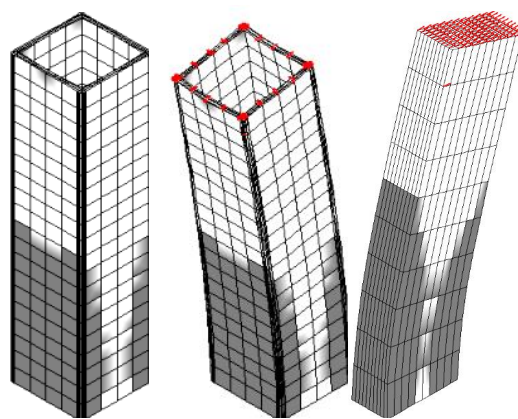
Работа управляющих модулей начинается с заполнения БЛАНКА-ЗАКАЗА и ввода оперативной информации с последующим их редактированием. В бланке, кроме официальных реквизитов пользователя, имеется 10 разделов:

- точность расчета и налагаемые ограничения;
- геометрия проектируемого объекта;
- компоновка объекта по блокам;
- компоновка несущих элементов каждого блока;
- режим эксплуатации каждого несущего элемента;
- материал несущего элемента;
- механические свойства материала элемента;
- внешние силы, приложенные к несущему элементу;
- граничные условия элемента;
- учет концентрации напряжений и накопления повреждений.

В качестве примера применения программного комплекса анализируется НДС консольного прямоугольного параллелепипеда при переменных нагрузениях с учетом циклических характеристик материалов.

Задача решается методом конечных элементов, расчленение области выполняется с использованием изопериметрических конечных элементов в форме шестигранника с восемью узлами в вершинах. Характеристики параметров дискретизации и системы линейных алгебраических уравнений определяются следующими значениями: количество конечных элементов – 1000, количество узлов – 1331, порядок системы – 3993, половина ширины ленты – 402, количество делений по осям – 11; 11; 11.

На рисунке представлены три вида упругопластической области: упругая, неполная и полная пластичность при числе циклов $k=1; 3; 5; 9$ для координатных точек $x=2.5, y=10, z=40$.



□ – упругая, ■ – неполная и ■ – полная пластичность

В табл. 1, 2 для сравнения приведены максимальные значения расчетных величин для параллелепипеда соответственно по обобщенному принципу Мазинга (материал В-96) и обобщенной диаграммы циклического деформирования Гусенкова – Шнейдеровича (материал Д-16Т) [2].

Таблица 1

Расчетные величины по обобщенному принципу Мазинга-Москвитина

K	α_k	$\bar{v}^{(k)}$	$\bar{w}^{(k)}$	$\bar{\sigma}_x^{(k)}$	$\bar{\sigma}_y^{(k)}$	$\bar{\sigma}_z^{(k)}$
1	1	-0.61749	0.10211	4518.0	4524.8	6618.9
2	2.080	1.11973	-0.18588	-8345.8	-8355.1	-12631.3
3	2.140	1.03414	-0.17241	-7807.1	-7813.1	-12154.1
4	2.190	1.03414	-0.17241	-7807.1	-7813.1	-12154.1
5	2.220	0.94482	-0.15849	-7191.6	-7194.0	-11631.0
6	2.240	0.91737	-0.15422	-7007.7	-7008.9	-11467.8
7	2.260	0.89819	-0.15124	-6871.6	-6871.8	-11356.7
8	2.279	0.88073	-0.14853	-6744.9	-6744.2	-11254.0
9	2.290	0.87094	-0.14702	-6672.4	-6671.0	-11195.5
K		$\bar{v}^{(k)}$	$w^{(k)}$	$\sigma_x^{(k)}$	$\sigma_y^{(k)}$	$\sigma_z^{(k)}$
1		-0.50224	0.08377	3827.9	3830.3	6012.4
2		0.53190	-0.08864	-3979.2	-3982.7	-6141.7
3		-0.50224	0.08377	3827.9	3830.3	6012.4
4		0.44258	-0.07472	-3363.7	-3363.6	-5618.5
5		-0.47479	0.07950	3644.0	3645.3	5849.3
6		0.42340	-0.07174	-3227.6	-3226.5	-5507.4
7		-0.45733	0.07679	3517.3	3517.7	5746.6
8		0.41362	-0.07023	-3155.1	-3153.4	-5448.9

Таблица 2

Расчетные величины по обобщенной диаграмме Гусенкова – Шнейдеровича

K	λ_k	$\bar{v}^{(k)}$	$\bar{w}^{(k)}$	$\bar{\sigma}_x^{(k)}$	$\bar{\sigma}_y^{(k)}$	$\bar{\sigma}_z^{(k)}$
1	0.950	-0.61749	0.10211	4518.0	4524.8	6618.9
2	0.920	1.03933	-0.17390	-7815.7	-7820.2	-12207.4
3	0.897	0.94285	-0.15901	-7170.3	-7170.2	-11675.2
4	0.881	0.90013	-0.15247	-6860.0	-6857.6	-11442.8
5	0.868	0.86544	-0.14714	-6615.2	-6611.0	-11250.2
6	0.858	0.84610	-0.14418	-6469.4	-6464.1	-11147.9
7	0.848	0.82853	-0.14149	-6335.4	-6329.0	-11055.6
8	0.840	0.81076	-0.13875	-6210.1	-6202.7	-10955.1
9	0.833	0.80062	-0.13720	-6130.5	-6122.5	-10903.4

Расчет выполнен при следующих данных: $\alpha=0.4$; $A^*=1.15$; $G_m=0.05$ и $Q=2.02$, $\dot{\epsilon}=0.03$. Материалы конструкции – циклически упрочняющийся алюминиевый сплав В-96, Д-16Т.

Условиями появления вторичных, третичных и т.д. пластических областей являются $\sigma_{ij}^{(n)} \geq \alpha_k \sigma_s$, где α_k – масштабный коэффициент.

Сравнивая значения расчетных величин, установили, что разница между результатами, полученными по двум диаграммам циклического деформирования, небольшая порядка – (5 – 10 %). Это подтверждается экспериментально [2], и отражает основные свойства и особенности сопротивления элементов конструкций малоциклового нагружению с учетом упрочнения-разупрочнения и циклической анизотропии [5].

Работа выполняется в рамках гранта Ф4-003 по фундаментальным исследованиям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ильюшин А. А. Пластичность. М.: Гостехиздат, 1948. – 372 с.
- [2] Москвитин В. В. Циклические нагрузки элементов конструкций. М.: Наука, 1981. – 344 с.
- [3] Буриев Т., Расулмухаммедов М. М. Алгоритмические системы расчёта трёхмерных упругих тел. Ташкент: Фан, 1994. – 142 с.
- [4] Расулмухаммедов М. М. Модульная структура расчета упругопластических трёхмерных тел сложной формы // Материалы Международной научно-технической конференции. Кн. 1. Самарканд, 2007. С. 179 – 182.
- [5] Абдусаттаров А. К численному расчету тонкостенных конструкций при переменных нагрузках с учетом упрочнения-разупрочнения и накопления повреждаемости // Межвузовский сборник трудов. Вып. 9. Ташкент: ТашИИТ, 2014. С. 11 – 13.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

А. Абдусаттаров, М. М. Расулмухаммедов. Фазовий конструкцияларни такрорий юкланишлар таъсирида пухталанишини, емирилишини эътиборга олган ҳолда ҳисоблаш.

Мақолада такрорий юкланишлар таъсирида фазовий конструкцияларни қучланиш-деформацияланиш ҳисобини пухталаниш, емирилиш эътиборга олган ҳолда таҳлил қилиш муаммоси ўрганилган

A. Abdissattarov, M. M. Rasulmukhamedov. To procedure of calculation of spatial constructions at variable loadings taking into account work-hardening is one time of work-hardening and damage.

Methodology of calculation and programmatic facilities are worked out, for research of the tensely-deformed state of spatial constructions taking into account cyclic descriptions of materials.

УДК 666.972

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

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И СПОСОБЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования вопросов структурообразования минеральных вяжущих веществ сохраняют свою актуальность, несмотря на большое количество публикаций, предлагаемых различных методических приемов, разработанных приборов и устройств. Выполненные по данной проблематике работы представляют практический интерес, а также бесспорную научную ценность. Однако эти исследования до настоящего времени не позволили в полной мере раскрыть механизм структурообразования в системе "минеральное вяжущее – вода" [1]. Наиболее сложные взаимодействия в процессе твердения в таких системах претерпевают вяжущие вещества.

Твердение цемента – сложный физико-химический процесс, сопровождаемый непрерывным изменением и формированием структуры цементного камня, в конечном итоге и предопределяющим свойства бетона.

В результате физико-химического взаимодействия в системе формируется либо одна новая фаза, либо их может быть несколько. Новая фаза в виде химических соединений, возникающих под влиянием хемосорбционных реакций на поверхности твердых частиц или в растворе, вначале появляется в виде скопления микророзродышей как центров реакции, затем продукты химических реакций выделяются в самостоятельную фазу, концентрация которых со временем возрастает. По мере последующего растворения продуктов гидратации раствор становится перенасыщенным и из него выделяются высокодисперсные кристаллогидраты новообразований с частицами коллоидного размера. На этой стадии чем активнее происходит химическое взаимодействие вяжущего с водой, тем в большей степени осуществляется химическое диспергирование частиц вяжущего. Активизации измельчения частиц вяжущего способствует также расклинивающее действие воды в дефектных зонах зерен вяжущего.

Дальнейшая стадия формирования и упрочнения структуры цементного камня протекает по схеме: образование мельчайших субмикрорекристаллов, объединение в более крупные кристаллические сростки, формирование каркаса будущего цементного камня.

Период кристаллизации и последовательного роста прочности цементного камня в целом, протекающий в течение достаточно длительного отрезка времени, связан с последующим уплот-

нением в основной сложившейся структуре цементного камня. Уплотнение происходит как в результате роста и образования кристаллических сростков, так и в результате дальнейшего, хотя и замедленного протекания реакций гидратации в более удаленных от поверхности слоях цементных зерен. При этом вновь образующиеся кристаллогидраты, занимая больший объем, непрерывно увеличивают количество твердой фазы в цементном камне. Уплотнение и одновременно упрочнение происходят также и в гелевой структурной составляющей за счет постепенного обезвоживания геля, уменьшения толщины водных оболочек вокруг твердых частиц геля и сближения их между собой. По мере углубления процессов гидратации, увеличения толщины и плотности гидратных оболочек вокруг цементных зерен доступ воды из свободной зоны в глубь цементных зерен затрудняется и скорость гидратации резко уменьшается. И, наконец, когда оболочки становятся настолько плотными и водонепроницаемыми, что поступление воды к оставшимся негидратированным внутренним слоям цемента становится невозможным, процессы гидратации прекращаются, хотя в капиллярах цементного камня и в бетоне может оставаться еще достаточное количество свободной воды.

Приведенные теоретические воззрения о процессах твердения минеральных вяжущих веществ с позиций общей теории твердения системы "цемент – вода" описывают химические взаимодействия, проистекающие на уровнях формирования цементного камня. Однако на процессы структурообразования цементного камня и бетонов на их основе оказывают влияние также другие факторы. На наш взгляд, можно выделить приведенные в таблице переделы, предопределяющие процессы структурообразования вяжущей системы и получения материалов с заданным комплексом свойств. Согласно этим данным, каждый технологический передел способствует в той или иной степени созданию благоприятных условий для течения физико-химических взаимодействий и превращений в системе "вяжущее – вода" и, как следствие, на этапах отвердевания обеспечивает необходимый баланс кристаллических и аморфных фаз, которые в совокупности формируют цементный камень.

Технологические переделы, влияющие на процесс структурообразования цементного камня и бетона

№	Переделы	Виды
1	Основные	Подготовка сырья, отвечающего требованиям соответствующих нормативных документов; Четкое дозирование компонентов; Перемешивание сырьевой смеси; Формирование в изделия и конструкции; Специальная обработка для ускорения процессов отвердевания; Поэтапный и окончательный контроль качества.
2	Сопутствующие	Контракция и усадка; Экзо/эндотермические эффекты; Релаксация, ретордация
3	Вспомогательные	Измельчение, помол, домол; Фракционирование, просев. Промывание и удаление непригодных примесей; Увлажнение или сушка; Физико-химическая обработка; Повышение поверхностной активности составляющих.
4	Регламентирующие	Правильное хранение сырья; Соблюдение регламента производства работ на этапах изготовления; Соблюдение правил доставки товарных полуфабрикатов к месту производства работ.

Ознакомившись с теоретическими исследованиями процессов структурообразования минеральных вяжущих (цементов), последовательностью течения физико-химических взаимодействий, мы решили изучить вопрос, каким инструментарием пользуются исследователи для анализа исследования механизма структурообразования и формирования физико-механических показателей цементных бетонов.

Мониторинг литературных источников, патентной документации по данной проблематике показывает, что исследования процессов структурообразования минеральных вяжущих осуществляется, в основном, с применением электрофизических, акустических, пластометрических методов [2]. Пластометрический метод основан на периодичном погружении в исследуемую среду конуса с определенным углом заострения на строго определенную глубину, фиксации прилагаемой нагрузки, построении и анализе пластограмм [3]. Интенсивность гидратационных процессов оценивается по времени наступления переломов на кривых пластической прочности и полученные результаты позволяют получить предположительную информацию о течении процесса гидратации. Вследствие малой информативности для подтверждения догадок дополнительно возникает необходимость в привлечении также химических методов исследования – ДТА, ИКС и др.

Для более полного раскрытия механизма процессов, протекающих при взаимодействии вяжущего с водой, предложен термокинетический метод [4], реализуемый путем периодического, с интервалом не более 10 мин с момента затворения цемента водой замера величины структурной прочности пружинным пластометром с одновременным замером температуры термпарой по регистрирующим приборам с получением данных о времени начала химических процессов исследуемой системы. Время наступления характерных переломов на пластограммах и температурных кривых позволяет производить анализ изменения интенсивности процессов твердения.

Целый ряд работ по определению скорости твердения вяжущих веществ основан на измерении электропроводности испытуемых сред. О степени гидратации и твердения судят по величине электродвижущей силы элемента, в котором исследуемое вяжущее служит электролитом, а в качестве пары электродов применяют стеклянный, каломельный или металлический электроды [5].

Оригинальный метод определения кинетики твердения минеральных вяжущих предложен в [6] и основывается на измерении магнитной восприимчивости частиц вяжущего по мере физико-химического взаимодействия жидкой и твердой фаз. Исходные частицы минерального вяжущего обладают собственным магнитным полем и при приложении внешнего поля происходит взаимодействие, которое можно регистрировать путем взвешивания. По мере гидратации вяжущего его частицы претерпевают изменения, в результате чего раствор жидкой фазы обогащается перешедшими в него ионами Ca, Na, Mg и др.

Так как ионы обладают значительно меньшим собственным магнитным моментом, то взаимодействие такого неоднородного поля с внешним полем будет незначительным, в результате магнитная восприимчивость общей массы исследуемой навески будет снижаться. При пересыщении жидкой фазы и образовании кристаллогидратов происходит упорядочение структуры, что приводит к увеличению общего магнитного фона исследуемой структуры.

Для проведения исследований приготавливают смесь из твердой фазы – минерального вяжущего и жидкой фазы. Приготовленную смесь помещают в диамагнитную ампулу и затем ее герметизируют. Загерметизированную ампулу подвешивают с помощью нити к взвешивающему устройству, установленному над термостатом, размещенным в индукторе постоянного тока. Ампулу со смесью взвешивают сначала без приложения к ней внешнего магнитного поля, после чего взвешивание проводят в магнитном поле.

Цикл взвешивания ампулы со смесью выполняют периодически с интервалом в 5 – 10 мин или непрерывно от начала герметизации в заформованной в ней смеси.

Определенный интерес представляет способ [7, 8], основанный на акустических измерениях твердеющих вяжущих систем. Предлагаемая установка состоит из генератора колебаний звуковых частот, возбудителя и приемника колебаний, индикатора резонанса, кюветы, выполненной в форме полуцилиндра, при отношении радиуса цилиндра к длине кюветы 1: (20 – 25) с противоадгезионным покрытием из ряда предельных углеводов с расходом 120 – 150 г/м². Кювета монтируется на подвесках и прикрепляется к возбудителю и приемнику колебаний. Исследования осуществляют в следующей последовательности: композицию помещают в антиадгезионную кювету, накрывают полиэтиленовой пленкой для исключения испарения влаги. Далее через определенные интервалы – 0.1; 0.5; 1.0; 24; 48; 672 ч замеряют резонансные частоты. Замеры проводят по трем кюветам. Среднее арифметическое из трех значений резонансных частот является определяемой величиной. По истечении 24, 48 и 672 ч твердения в аналогичных условиях образцы извлекают из кюветы и испытывают на прочность при изгибе. На основании данных прочностных показателей и резонансограмм, полученных в течение определенного промежутка времени, осуществляется анализ хода течения процессов структурообразования системы "цемент – вода".

В ряде работ для исследования процесса структурообразования смеси на минеральных вяжущих предложено использование источников ультразвуковых колебаний. В частности, авторами [8] предлагается устройство для контроля структурообразования смеси, содержащее генератор ультразвуковых колебаний, электрически соединенный с ультразвуковым преобразователем, установленным на одной стороне волновода, второй преобразователь ультразвуковых колебаний, установленный на противоположном конце волновода и электрически соединенный с вольт-ампером, снабжен дополнительным блоком дискретного изменения амплитуды выходного сигнала генератора и электрически связанного с ним вольтметра. Волновод имеет форму подковы

в центральной его части, а в качестве материала для изготовления волновода применяется нержавеющая сталь марки Х14Г4Н.

При обосновании конфигурации волновода исходят из того, чтобы избежать возникновения пристенного и придонного эффекта между волноводом и формой, а также исключить влияние размера заполнителей бетонной смеси.

На рис. 1 представлена блок-схема устройства для контроля структурообразования смесей; на рис. 2 – зависимости напряжения V^1 на приемнике ультразвуковых колебаний от времени t , значение величин A , α в данный момент времени, а также зависимости A и α от продолжительности процесса структурообразования t .

При выборе размеров поперечного сечения волновода необходимо соблюдать следующие условия: для снижения влияния энергии вращения: $x^2/l^2 \leq 0.05$, для уменьшения паразитных продольных колебаний: $\lambda/h \leq (8-10)$, где l – длина стержня подковы; x – радиус инерции сечения; λ – длина волны ультразвукового колебания в стержне; h – высота поперечного сечения; b – ширина поперечного сечения (рис. 6).

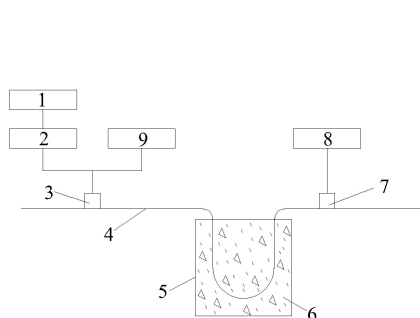


Рис. 1. Устройство для контроля структурообразования смесей

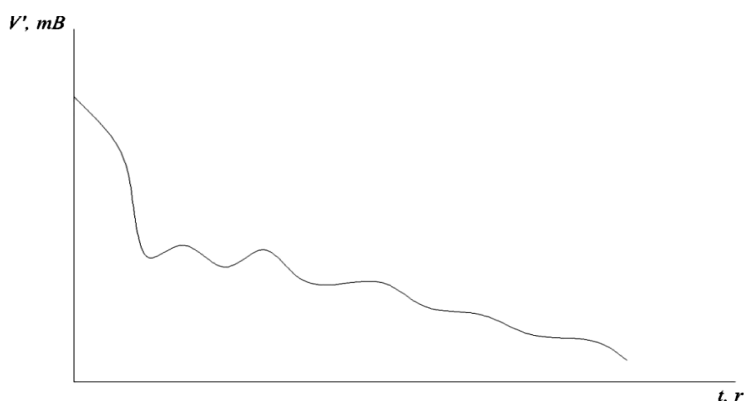


Рис. 2. Зависимость изменения амплитуды колебаний от времени

Устройство для контроля структурообразования смесей (см. рис. 1) состоит из генератора 1 ультразвуковых колебаний, блока 2, позволяющего дискретно изменять амплитуду сигнала, подаваемого на ультразвуковой излучатель 3, установленный на одном конце подковообразного волновода 4, вольтметра 9, измеряющего амплитуду сигнала, подаваемого на излучатель 3, приемника 7 ультразвуковых колебаний, установленного на другом конце волновода 4, вольтметра 8, подсоединенного к приемнику 7.

Устройство работает следующим образом.

Волновод 4 с закрепленными на нем ультразвуковыми преобразователями 3 и 7 устанавливается в металлическую форму 5 со свежесмесью 6. В волновод 4, помещенном в исследуемый материал, с помощью ультразвукового преобразователя 3 и генератора 1 электрических импульсов возбуждаются упругие поперечные колебания, амплитуда которых контролируется электронным вольтметром 9. С помощью преобразователя 7 эти колебания фиксируются и подаются на электронный вольтметр 8, на котором фиксируется амплитуда принимаемого сигнала.

Дискретно увеличивая при помощи блока 2 амплитуду излучаемого генератором 1 электрического сигнала, вольтметром 8 фиксируют амплитуду принимаемого сигнала. Подобные измерения проводят несколько раз при увеличенных значениях амплитуды через равные промежутки времени.

В результате того, что исследуемая гидратирующая система в процессе структурообразования с изменяющейся силой воздействует на вибратор, амплитуда колебаний на резонансной частоте изменяется в соответствии с происходящим процессом, также происходит изменение реакции системы от увеличения амплитуды колебаний.

По полученным данным строят зависимость (см. рис. 2), отражающую изменение амплитуды на приемнике 7 колебаний от времени. Эта зависимость позволяет судить о наборе смесью структурной прочности.

На рис. 3 показана последовательность нахождения двух других характеристик (A и α), зависящих от напряжения V на излучателе 3 (рис. 4) и от напряжения V^1 на приемнике 7 ультразвуковых колебаний (см. рис. 1) в определенный момент времени. Затем строят две зависимости: $A=f(t)$ (см. рис. 4); $\alpha=f(t)$ (см. рис. 5).

Сравнивая приведенные характеристики, полученные для данного вида смеси, с соответствующими характеристиками, полученными при исследовании других смесей, можно судить о технологии приготовления, рецептуре гидратирующихся систем, а также о процессе структурообразования.

Приведенные выше методики и приборы для исследования процессов структурообразования системы «вяжущее – вода» охватывают периоды течения процессов после определенного промежутка времени (5 мин и более). Думается, что с научной точки зрения представляет определенный интерес исследование хода течения этих процессов в самые ранние сроки, с начала контакта вяжущего с водой. Предварительные итоги по разработке такого прибора дали обнадеживающие результаты.

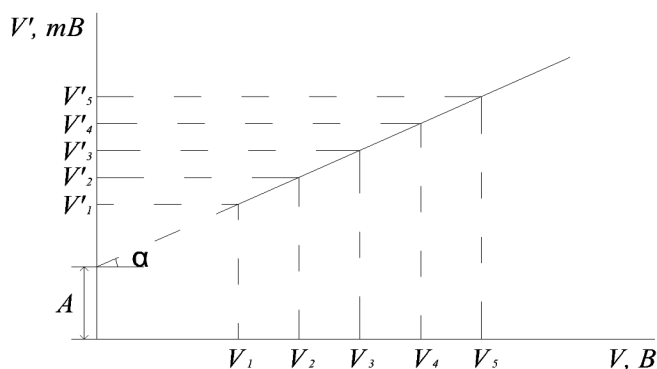


Рис. 3. Зависимости напряжения V^1 на приемнике ультразвуковых колебаний от значения величины A

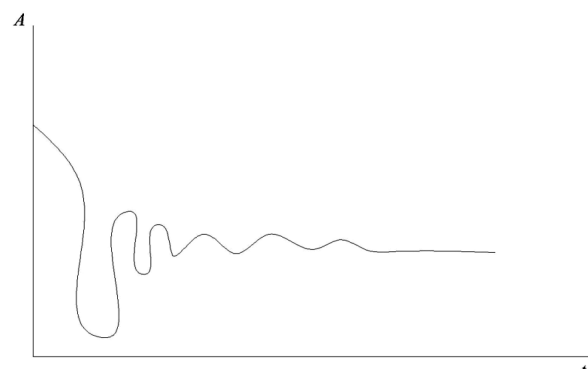


Рис. 4. Зависимости напряжения V^1 на приемнике ультразвуковых колебаний $-\alpha$ в данный момент времени

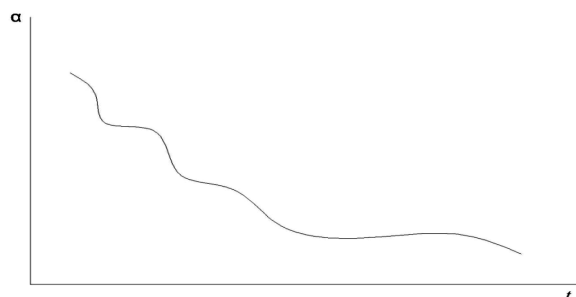


Рис. 5. Зависимости A и α от продолжительности процесса структурообразования t

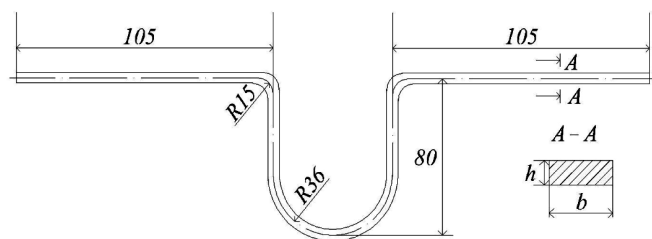


Рис. 6. Поперечное сечение волновода

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рыбьев И. А. и др. Материаловедение в строительстве, 3е изд. М: Академия, 2008. – 528 с.
- [2] Пшеничный Г. Н. Термопластометрический метод диагностики цемента и химических добавок // Бетон и железобетон. 2013. N 2. С. 54 – 58.
- [3] Пшеничный Г. Н. Пластометр пружинный // Бетон и железобетон, 2010. № 11 – 12. С.64 – 66.
- [4] Патент РФ на полезную модель № 128331 // Опубликовано 20.05.2013. Бюл. 2013. № 14.
- [5] А.С. 175727 (б. СССР) Способ определения кинетики гидратационного твердения вяжущих веществ // Хвостиков С.И. Опубликовано 09.10.1965. Бюл. 1965. № 20.
- [6] А.С.917082(б. СССР). Способ исследования кинетики процесса структурообразования раствора минеральных вяжущих // Сильченко Л.А., Сардаров Г.М. Опубликовано Б.И. 30.03.1982. Бюл. 1982. № 12.
- [7] Патент RU 2104517. Резонансная установка для определения кинетики структурообразования вяжущих материалов типа цемента // Байков Г.П. Опубликовано 10.02.1988. Бюл. 1988. № 24.
- [8] А.С.1755172 (б. СССР). Устройство для контроля структурообразования смесей / Адылходжаев А.И., Соломатов В.И., Бекбулатов А.И., Салихов Б.Г. Опубликовано 15.08.1998. Бюл. 1998. № 30.

А.И. Адылходжаев, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой. Минерал боғловчи моддаларнинг структура ҳосил қилишини баъзи жиҳатлари ва уларни тадқиқ қилиш усуллари

Ушбу мақолада « минерал боғловчи – сув» системасидаги структура ҳосил бўлиши механизмини очиб бериши бўйича мавжуд назарий тадқиқотларнинг ва минерал боғловчи моддалар структура ҳосил қилишини тадқиқот қилиш усулларининг таҳлили келтирилган.

A.I. Adilxojaev, I.M. Maxamataliev, V.M. Tsoy. Some aspects of structure of mineral binding materials and methods of research

In given article results of the analysis of theoretical researches on disclosing of the mechanism of structurization in system «mineral knitting - water» and ways of research of structurization of mineral knitting substances are resulted.

УДК 625.16

М.М. МИРАХМЕДОВ, М.К. МУЗАФФАРОВА, Г.Ф. ПИРНАЗАРОВ, А.Ю. МАМАДАЛИЕВ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ ОТ ПЕСЧАНЫХ ЗАНОСОВ

Основная цель работ по закреплению подвижных песков на территориях освоенных песчаных пустынь заключается в предотвращении заноса песком транспортных, сельскохозяйственных и других объектов [1 – 3]. Эти работы состоят из следующих мероприятий: уход за железнодорожным полотном и верхним строением пути; закрепление песков растительностью; для повышения результативности выполнение технических мероприятий: устройство механических защит и покрытие поверхности песков вяжущими материалами; уход и охрана растительности в полосе отвода дороги [4].

Уход за железнодорожным земляным полотном сводится к недопущению изменения формы в результате выдувания грунта из его тела или наноса песка. Для этого необходимо снизить скорость ветра в полосе отвода до величины ниже критической скорости. При скоростях ниже критической песок находится в неподвижном состоянии и не дефлирует.

Уход за верхним строением пути означает обеспечение его *незаносимости*, также состоящий из двух видов мероприятий: *снижение скорости ветра* в полосе отвода и, если это не удалось, то *очистка верхнего строения пути*.

Основной, экологически чистый и эстетически безальтернативный метод – это *создание защитной лесополосы агролесомелиорацией*. Для повышения всхожести семян и приживаемости молодых побегов, а также для быстрого достижения цели пескозакрепления фитомелиорацию сочетают с техническими решениями.

Проблема. Таким образом, условием успешного выполнения перечисленных мероприятий является *снижение скорости ветра* ниже критической, что обеспечивается реализацией временных технических решений – способов пескозакрепления (ПЗР). Рассмотрим строительно-технологические параметры различных технических решений, используемых при закреплении подвижных песков.

Экологический подход к защите железных и автомобильных дорог от подвижных песков тесно связан с созданием лесополос, которые приводят поверхность подвижных песков в неподвижное состояние, задерживают песок, приносимый ветром извне. Причина кроется в повышении шероховатости и, как следствие, снижении скорости ветра. Известно, что при скорости ветра менее 4 м/с песчинки находятся в состоянии покоя. Для того, чтобы песчинки пришли в движение, необходимо иметь скорость 5.3 м/с на высоте флюгера, что соответствует скорости 4.1 м/с на поверхности песка (пороговая скорость) [1]. Перенос песка из одного места в другое называют дефляцией, отрицательное влияние которого на железную дорогу и другие природно-технические системы (ПТС) проявляется в выдувании песчаного земляного полотна и заносах верхнего строения пути.

Целеполагание. Отправное условие обеспечения результативности фитомелиорации на начальном этапе (не менее года) состоит в проектировании технических защит так, чтобы их способность удерживать песок превышала годовой объем переноса песка

$$\sum_{j=1}^N q_{ij} \geq Q_i \cdot k_{\alpha}, \quad (1)$$

где Q_i – среднееголетний для данной местности объем песка, переносимый в результирующем направлении через фронт шириной 1 м в год; k_{α} – коэффициент, учитывающий угол атаки железной дороги i -го участка результирующим направлением переноса ($k_{\alpha}=0 - 1$); q_{ij} – объем песка, удерживаемый защитой (пескоудерживающая способность); $j=1, \dots, N$ рядов на i -м участке, приведенное на 1 пм, м³/пм (шт.).

Объем переносимого песка определяется в зависимости от средневзвешенной скорости активных ветров в годовом ходе 8-ми разовых суточных измерений по румбам [5, 6]

$$Q = 0.19e^{0.5v_i}, \quad (2)$$

где v_i – среднееголетняя скорость ветра для данного района, м/с, полученная из скоростей ветров выше порога критической скорости ветра (свыше 5 м/с на высоте флюгера).

Для линейных природно-технических систем (железные, автомобильные дороги) защита устанавливается, исходя из результирующего направления переноса песка (пескоперенос). Результирующее направление пескопереноса определяется построением годографа переноса: годовые переносы по румбам суммируются по правилам сложения векторов [7].

Для локальных объектов (населенные пункты, промышленные комплексы) защиты проектируются по всем румбам, т.е. защита организуется вокруг объекта.

Тогда ширина полосы, в пределах которой осуществляются технические и агролесомелиоративные мероприятия, определяется, исходя из числа рядов защиты

$$N = \frac{Q_i \cdot k_{\alpha}}{q_{ij}}. \quad (3)$$

Расчетные схемы и формулы получают из аксиоматических представлений о характере работы защиты по задержанию переносимого песка (правил).

Аксиоматические положения. Методика защиты железной дороги от песчаных заносов базируется на следующих аксиоматических правилах:

Правило 1. Преграда уплотняет поток, что приводит к возрастанию скорости ветропесчаного потока, который достигает своего максимума над преградой. Сразу за преградой скорость потока резко снижается, что при величине ниже критической (критическая – это скорость ветра, при которой песчинки приходят в движение) приводит к выпадению песчинок из потока и их накоплению [8, 9].

Правило 2. За преградой образуется аэродинамическая тень (где скорость потока ниже критической) длиной ($6h$). Накопленный песок образует призму с треугольным сечением высотой, равной высоте преграды (h) [4, 8].

Правило 3. Объем песка, подносимый к железнодорожному полотну и откладываемый на его элементах, пропорционален углу атаки пути ветропесчаным потоком: максимален при угле 90^0 , минимален и равен нулю при угле меньше или равном 30^0 , что может быть выражено коэффициентом угла атаки $k_{\alpha}=0 - 1$ [4, 9, 10], на который должен быть скорректирован объем песка результирующего направления Q_i .

Правило 4. Результирующий параметр работы ветра оценивается визуально степенью заноса верхнего строения пути, пропорционального объему песка, откладываемого на верхнем строении пути согласно классификации [5, 6]:

Категория	Состояние верхнего строения пути по заносу песком
I	Межрельсовое пространство занесено песком, шпалы и рельсы засыпаны на более половины высоты
II	В межрельсовом пространстве подошвы рельсов засыпаны песком, шпалы в средней части присыпаны
III	Межрельсовое пространство слегка присыпано, в межшпальном пространстве песок визуально не наблюдается

Правило 5. Ограниченность ресурсов и их сбережение ведут к утверждению приоритетов в защите и очистке различных участков железной дороги от песчаных заносов и устанавливаются, согласно шкале приоритетов, полученных экспертным опросом и согласованием мнений специа-

листов, ученых, руководителей и линейных инженерно-технических работников, непосредственно занимающихся проблемой песчаных заносов [5, 6]:

Приоритет	Характеристика элементов верхнего строения пути
1	Главные пути на криволинейных участках
2	Стрелочные переводы на главном пути
3	Главные пути на прямолинейных участках
4	Стрелочные переводы на остальных путях
5	Малые искусственные сооружения
6	Станционные пути, кроме главного

Правило 6. Закрепление поверхности песка вяжущим веществом достигается при образовании защитной корки с параметрами, соответствующими критериальным значениям агрегированных характеристик P_m и h [5, 6, 11].

Правило 7. Влияние противодефляционной корки распространяется на расстояние 3 м за пределы ее границы. Это находит свое выражение в полосной конструктивно-технологической схеме обработки дефлируемой поверхности песка вяжущим [11 – 13].

Таким образом, критический анализ и обобщение результатов предшествующих исследований по проблемам закрепления подвижных песков и борьбы с ними позволили сформулировать аксиоматические правила, которые создают теоретические основы и практическое руководство по проектированию конструктивно-технических и организационно-технологических мер по снижению негативного влияния песчаных заносов (как одного из серьезных равнинных экзогенных проявлений) на природно-технические системы в песчаных пустынях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Petrov M. P. (Ed.). Deserts of the Turkmenistan and development of them. Afforestation and sand-stabilization of mobile sands in the world // www.lifesciencesite.com/ljsj/.../063_25640life1110s14_341_345.pdf.
- [2] <http://www.my-article.net/get/найка/география/пустыни>. Физико-географическая характеристика пустынь, 2012.
- [3] Cheng J., Jiang F., Yang Y., Xue C. Study on the hazard characteristics of the drifting sand along the railway in Gobi area and the efficacy of the control engineering measures. College of Water Resources and Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi Xinjiang. China. 2003.
- [4] Закиров Р. С. Теория и практика защиты железных дорог от песчаных заносов. Ташкент: Фан, 1987. – 128 с.
- [5] Мирахмедов М. М. Основы методологии организации пескозакрепительных работ и защита производственно-технических объектов от песчаных заносов. Ташкент: ТАСИ, 2008. – 247 с.
- [6] Закиров Р. С. Железные дороги в песчаных пустынях. М: Транспорт, 1980. – 221 с.
- [7] Дарымов В. Я. К вопросу о графической интерпретации данных ветрового режима // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 5. С. 85 – 87.
- [8] Vilchinska N. A. Formation of ripples on a sand surface as the result of nonlinear interaction of sound waves and wind drift particles // Proceedings of Meetings on Acoustic. Vol. 4. 2008.
- [9] Khalaf F. I., Al-Ajmi D. Aeolian processes and sand encroachment problems in Kuwait // Kuwait Institute for Scientific Research / Geomorphology. Vol. 6. 1993. P. 111 – 134.
- [10] Вейсов С. Динамика рельефа барханных песков / Под ред. Федоровича Б.А., Бабаева А.Г. Ашгабат: Ылым, 1976. – 196 р.
- [11] Saad Ali Aiban. A study of sand stabilization in eastern Saudi Arabia // Engineering Geology. Vol. 38. 1994. P. 65–79.
- [12] Исмаилов М. М. Влияние потока с дискретными частицами на ветровую эрозию: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: МГУ, 1975. – 21 с.
- [13] Леонтьев А. А., Ким В. И. Новые методы закрепления и облесения песков // Труды СредАзНИИЛХ. Вып. 15. Ташкент, 1973. С. 32 – 46.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

М.М. Мирахмедов, М.К. Музаффарова, Г.Ф. Пирназаров, А.Ю. Мамадалиев. Темир йўлни қўчиб босиб қоладиган қум уюмларидан ҳимоя қилишни лойиҳалаш аспекти

Мақолада қўчувчи қумларни мустаҳкамлаш назарий маълумотлари асосланиб темир йўлда муҳим табиий техник тизими текисликлардаги экзоген салбий таъсирларидан бири намён бўлишини камайтириш масаласи қўриб чиқилади ва шамолда қўчиб иншоотларни босиб қоладиган қум уюмларидан ҳимоялашни лойиҳа тизимини тузиш бўйича амалий чора - тадбирлари тавсия этилади

УДК 628.3

О.М. МУСАЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

На этапе становления и развития рыночной экономики во всем мире преимущественное использование в практике водоподготовки и водоочистки принадлежит экологически обоснованным и экономически целесообразным технологическим процессам. Это относится и к железнодорожным предприятиям.

В последнее время в России, Узбекистане и некоторых других странах сложилась ситуация, когда нормативные требования, предъявляемые к качеству сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, не подтверждаются финансовыми затратами на водоохраные мероприятия. Подобная ситуация сложилась отчасти потому, что не существует утверждённой методики определения финансовых затрат в зависимости от качества сточных вод, которые водопользователи сбрасывают в городские сети и в водный объект.

Отсутствие обоснованной методики определения допустимых сбросов загрязняющих веществ в городские сети водоотведения в зависимости от предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты, часто приводит к парадоксальной ситуации: во многих случаях требования к сточной воде, сбрасываемой водопользователями в городские сети водоотведения, в десятки раз более жесткие, чем к питьевой воде и рекомендации Всемирной организацией здравоохранения, или предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воде водных объектов. Введение региональных нормативов, как правило, позволяет частично уменьшить остроту ситуации, но не снимает всех противоречий нормативных требований и технико-экономических возможностей водопользователей.

В табл. 1 приведены технически достижимые показатели (ТДП) очистки нефтесодержащих сточных вод транспортных предприятий, утвержденные Государственным комитетом Республики Узбекистан по охране природы, при использовании различных технологических схем [1].

Таблица 1

Технически достижимые показатели очистки нефтесодержащих сточных вод транспортных предприятий [1]

Показатели	Исходная концентрация загрязнений, мг/л	Очищенные сточные воды, мг/л		
		ТДП ₂	ТДП ₃ ^I	ТДП ₃ ^{II}
1	2	3	4	5
Взвешенные вещества	100 – 4000	30 – 200	2 – 5	25 – 35
Свободные масла	200 – 1000	15 – 25	1.0 – 3.0	1.0 – 3.0
Эмульгированные масла	10 – 1000	5 – 15	1.0 – 3.0	2 – 3
Химическое потребление кислорода (ХПК)	250 – 4000	110 – 500	100 – 200	100 – 300
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	100 – 1500	50 – 250	20 – 100	50 – 150
Водородный показатель кислоты воды (рН)	7 – 9	8 – 9	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	300 – 600	350 – 1400	350 – 1400	400 – 600
Сухой остаток	1200 – 2400	900 – 3600	500 – 3600	800 – 1000
ПАВ	до 500	30 – 50	25 – 30	15 – 20

Примечание: ТДП₂ – типовая технология очистки сточных вод, механическая очистка в отстойниках, оснащенных нефтеловушками, реагентная обработка, осветление; ТДП₃^I – наиболее эффективные технологии очистки сточных вод: механическая очистка в отстойниках, оснащенных нефтеловушками, реагентная обработка, осветление, доочистка на фильтрах со специфической загрузкой (полиуретан, волокнистые материалы); ТДП₃^{II} – механическая очистка в отстойниках, оснащенных нефтеловушками, электрохимическая обработка.

Таблица 2

Определение относительной загрязнённости исходных и очищенных нефтесодержащих сточных вод транспортных предприятий с применением технологий очистки [1] при сбросе сточных вод в водные объекты рыбохозяйственного назначения, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и в сеть водоотведения населенного пункта

№ п/п	Вещество	ПДК _{рп} [3]	ПДК _{ин} [4]	ДК _г [5]	С _г , Концентрация загрязнений в очищенной сточной воде по технологиям [1], мг/л			Относительная загрязнённость очищенной воды, С _г /ПДК _г [6]								
								ТДП ₂			ТДП ₃ ^I			ТДП ₃ ^{II}		
					ТДП ₂	ТДП ₃ ^I	ТДП ₃ ^{II}	С _г /ПДК _{рп}	С _г /ПДК _{ин}	С _г /ДК _г	С _г /ПДК _{рп}	С _г /ПДК _{ин}	С _г /ДК _г	С _г /ПДК _{рп}	С _г /ПДК _{ин}	С _г /ДК _г
1	2	3	4	5	7	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	БПК ₅ = 0.875*БПК ₂₀	2.63	5.25	2.625	150	60	100	57.1	28.6	57.1	22.9	11.4	22.9	38.1	19	38.1
2	Взвешенные вещества	10	10	15	115	3.5	30	11.5	11.5	7.7	0.4	0.4	0.2	3	3	2
3	Масло соляровое (смесь углеводородов)	0.01	0.05	0.3	20	2	2	2000	400	66.7	200	40	6.7	200	40	6.7
4	Эмульгированные масла	0.01	0.1	0.3	10	2	2.5	1000	100	33.3	200	20	6.7	250	25	8.3
5	СПАВ (анионные)	0.1	0.5	20	40	27.5	17.5	400	80	2	275	55	1.4	175	35	0.9
6	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	100	500	500	875	875	500	8.8	1.8	1.8	8.8	1.8	1.8	5	1	1
7	Сухой остаток	1000	1000	1000	2250	2050	900	2.3	2.3	2.3	2.1	2.1	2.1	0.9	0.9	0.9
8	ХПК	30	30	30	305	150	200	10.2	10.2	10.2	5	5	5	6.7	6.7	6.7
	Сумма							3489.8	634.2	181	714	135.6	46.6	678.7	130.6	64.5

Перечень загрязнений, подлежащих нормированию, согласно приоритетному списку Главгидромета Республики Узбекистан [1], следующий: взвешенные вещества; БПК; ХПК; нитриты; азот аммонийный; хром (VI); хром (III); железо; медь; цинк; сухой остаток; сульфаты (SO₄²⁻); хлориды (С₁); фосфаты; фенолы; нефтепродукты.

Таким образом, расчёт относительной загрязнённости сточных вод, очищенных по технологиям, рекомендуемым руководящим документом РУз [1, 2], показывает, что качество очищенных вод, как правило, не соответствует нормативным показателям (табл. 2), и для достижения этого соответствия требуется корректировка по составу очистных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы. Руководящий документ. Охрана природы. Инструкция по нормированию сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности с учетом технически достижимых показателей очистки сточных вод. О'з RH 84.3.6: 2004. Ташкент, 2004. – 34 с.
- [2] Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы. Руководящий документ. Охрана природы. Методические указания для расчета норм предельно-допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности с учетом технически достижимых показателей очистки сточных вод. Издание официальное. О'з RH 84.3.5: 2004. Ташкент, 2004. – 33 с.
- [3] Кашинцева М.Л., Степаненко Б.С., Анисова С.Н. и др. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Медикор, 1995. – 221 с.

- [4] Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. МЗ РФ. 2003. – 30 с.
- [5] Правила приема производственных сточных вод в систему канализации г. Ташкента, Утверждены решением исполкома Ташгорсовета от 25.05.89 № 206/10. Ташкент, 1989. – 21 с.
- [6] М у с а е в О. М. . Оценка относительной загрязнённости нефтесодержащих сточных вод предприятий машино- и приборостроения // 62-я Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства». С.-Петербург, СПбГАСУ. Ч. III. 2009. С. 36 – 40.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

О.М. Мусаев. Транспорт корхоналарининг таркибида нефт махсулотлари мавжуд оқова сувларини нисбий ифлосланиши даражасини аниқлаш

Ушбу мақолада Ўзбекистон Республикаси табиатни муҳофаза қилиш қўмитаси томонидан тасдиқланган техник эришилган кўрсаткичларга транспорт корхоналарининг таркибида нефт махсулотлари мавжуд оқова сувларини нисбий ифлосланиши даражасини аниқлаш бўйича ҳисоблар келтирилган.

О.М. Musaev. Definition of relative impurity of petrocontaining sewage of transport agencies

In given article calculations by definition of relative impurity of petrocontaining sewage of transport agencies according to technically achievable indicators, the Republics Uzbekistan confirmed by the State committee on wildlife management are presented

УДК 629. 4.021/028

Р.В. РАХИМОВ

ОЦЕНКА ХОДОВЫХ КАЧЕСТВ НОВОГО ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА МОДЕЛИ 61-920 ПРОИЗВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

На железнодорожном транспорте особое значение имеет подготовка согласованных мероприятий по развитию новых видов тяги, обновлению вагонного парка, совершенствованию конструкций верхнего строения пути, которые обеспечат высокие скорости движения поездов в сочетании с безопасностью движения и удобствами для пассажиров. Рациональное использование этих средств и рациональная организация перевозочной работы составляют основное содержание эксплуатационной деятельности железнодорожного транспорта.

Пассажирский вагонный парк железных дорог Узбекистана является одним из видов железнодорожного подвижного состава. От его технического состояния и способности удовлетворять потребности в перевозках зависят качество обслуживания и своевременность доставки пассажиров, производительность и экономические показатели работы железных дорог.

Для пополнения парка перспективными пассажирскими вагонами конструкторами АО «Ташкентский завод по строительству и ремонту пассажирских вагонов» (АО «ТВСРЗ») был спроектирован новый пассажирский вагон модели 61-920 с современной системой кондиционирования воздуха.

Пассажирский вагон является неотъемлемой частью пассажирского комплекса железных дорог, обеспечивая спрос на сервисные услуги железнодорожного транспорта. Критерии оценки обслуживания пассажиров характеризуются такими показателями, как комфортабельность и плавность хода вагона.

При определении оценки качества хода пассажирского вагона необходимо произвести проверку соответствия нормам показателей плавности хода вагона, предусмотренным стандартом и другой нормативно-технической документацией на вагоны [1 – 3].

При проектировании данного пассажирского вагона для железных дорог Узбекистана молодыми учеными кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ТашИИТа, теоретическими исследованиями были определены показатели качества хода вагона.

Пассажирский купейный вагон модели 61-920 изготовлен в соответствии с конструкторской документацией 920.00.00.000 разработки АО «ТВСРЗ». Основные технические параметры данного вагона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические параметры и габаритные размеры пассажирского вагона модели 61-920

Наименование параметров	Обозначение	Величина
Вес вагона (брутто), т	G_b	60.4
Масса вагона (тара), т	T	56
Конструкционная скорость, км/ч	V	160
Длина вагона по осям сцепления автосцепок, мм	$2L_c$	24536
База вагона, мм	$2L_t$	17000
Расстояние между упорными плитами автосцепок, мм	$2L$	23960
База тележки, мм	P	2400
Габарит по ГОСТу 9238	$1-T$	

Оценка качества хода вагона в соответствии с [3] определяется следующими показателями:

- коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики;
- вертикальные и горизонтальные ускорения кузова;
- показатели плавности хода в вертикальном и горизонтальном (поперечном) направлениях;
- коэффициент устойчивости колеса против схода с рельсов;
- коэффициент устойчивости вагона от опрокидывания в кривой под действием боковых сил;
- коэффициент устойчивости вагона в поезде от схода с рельсов в кривой под действием продольных сжимающих и растягивающих сил.

Основными из перечисленных показателей качества хода вагона являются коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики.

Коэффициент вертикальной динамики кузова $K_{\text{ов}}$ определяется по формуле

$$K_{\text{ов}} = \frac{K_{\text{ов}}^{\text{cp}}}{\beta} \sqrt{\frac{4}{\pi}} \ln \frac{1}{P(K_{\text{ов}})}, \quad (1)$$

где $K_{\text{ов}}^{\text{cp}}$ – среднее вероятное значение коэффициента вертикальной динамики; β – параметр распределения, согласно [3], принимается равным 1.0; $P(K_{\text{ов}})$ – доверительная вероятность, с которой определяется коэффициент вертикальной динамики, согласно [3], принимается 0.97.

При этом среднее вероятное значение $K_{\text{ов}}^{\text{cp}}$ определяется по формуле

$$K_{\text{ов}}^{\text{cp}} = a + 3.6 \cdot 10^{-4} \epsilon \frac{V - 15}{f_{\text{cm}}}, \quad (2)$$

где a – коэффициент, согласно [3], равный для элементов кузова 0.05; ϵ – коэффициент, учитывающий влияние числа осей n в тележке под одним концом экипажа, равный для двухосных тележек $\epsilon=1$; f_{cm} – суммарный статический прогиб тележки, м.

Суммарный статический прогиб тележки определяется по формуле

$$f_{\text{cm}} = f_{\text{ц}} + f_{\text{б}}, \quad (3)$$

где $f_{\text{ц}}$ – статический прогиб центральной ступени подвешивания, м; $f_{\text{б}}$ – статический прогиб буксовой ступени подвешивания, м.

Здесь

$$f_{\text{ц}} = \frac{P + Q_{\text{НБ}}}{c_{\text{ц}}}, \quad (4)$$

$$f_B = \frac{P + Q_P}{c_B}. \quad (5)$$

Сила, действующая на тележку вагона P , определяется по формуле

$$P = \frac{Q_{cp}}{2} + \frac{T - Q_T}{2}, \quad (6)$$

где Q_{cp} – масса пассажиров с грузом (полезная нагрузка); принимается, согласно [3], равной 100 кг на одного пассажира. Из учета населенности вагона в 44 человек получим $Q_{cp} = 4.4$ т; Q_T – массы тележек моделей 68-921, 68-922. Согласно сборочным чертежам 921.00.00.000СБ и 922.00.00.000СБ разработки АО «ТВСРЗ», массы тележек 68-921, 68-922 принимаются равными 7.4 т и 6.8 т соответственно; Q_{HB} – масса надрессорной балки тележек моделей 68-921 и 68-922. Согласно сборочному чертежу 921.04.00.000СБ разработки АО «ТВСРЗ», масса надрессорной балки тележек принимается равной 0.62 т. Q_P – масса рамы тележки со шпинтонами моделей 68-921 и 68-922. Согласно сборочному чертежу 921.01.00.000СБ разработки АО «ТВСРЗ», масса рамы тележки со шпинтонами принимается равной 2.05 т. $c_{Ц}$ – вертикальная жесткость пружин центрального подвешивания тележки; c_B – вертикальная жесткость пружин буксового подвешивания тележки.

В соответствии с конструкторской документацией тележки 68-921 разработки АО «ТВСРЗ» вертикальная жесткость пружин центрального и буксового подвешивания тележки составляет $c_{Ц} = 1466753$ Н/м и $c_B = 4290991$ Н/м.

Подставляя данные в формулы (6), (5), (4), (3) и (2), получим расчетные величины параметров, которые сведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные величины параметров кузова пассажирского вагона

Наименование параметров	Значение параметров	
	с учетом полезной нагрузки	без учета полезной нагрузки
Сила, действующая на тележку вагона P , т	23.1	20.9
Статический прогиб центральной ступени подвешивания $f_{Ц}$, м	0.161	0.147
Статический прогиб буксовой ступени подвешивания f_B , м	0.059	0.053
Суммарный статический прогиб тележки $f_{сг}$, м	0.22	0.2
Среднее вероятное значение коэффициента вертикальной динамики: – при втором расчетном режиме: – при третьем расчетном режиме:	0.05	0.05
	0.101	0.103

Горизонтальный коэффициент динамики кузова $K_{\partial z}$ определяется по формуле

$$K_{\partial z} = \overline{K_{\partial z}} \sqrt{\frac{4}{\pi} \ln \frac{1}{1 - P(K_{\partial z})}}, \quad (7)$$

где $\overline{K_{\partial z}}$ – среднее значение коэффициента горизонтальной динамики; $P(K_{\partial z})$ – доверительная вероятность, с которой определяется коэффициент горизонтальной динамики, согласно [3], $P(K_{\partial z}) = 0.97$.

При этом среднее значение коэффициента горизонтальной динамики определяется по формуле

$$\overline{K_{\partial z}} = \epsilon \cdot \delta \cdot (5 + \nu), \quad (8)$$

где δ – коэффициент, учитывающий тип ходовых частей, принимается, согласно [3], равным 0.002; ν – конструкционная скорость движения, м/с.

Подставляя данные в формулу (8), получим $\overline{K_{\partial z}} = 0.099$.

Подставляя данные в формулы (1) и (7), получим коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики кузова пассажирского вагона, результаты которых сведены в табл. 3.

Таблица 3

Динамические качества пассажирского вагона

Наименование параметров	Расчетная величина	Наибольшее допускаемое значение
Коэффициент вертикальной динамики кузова $K_{\partial\partial}$ при втором расчетном режиме:		
– с учетом полезной нагрузки	0.106	0.35
– без учета полезной нагрузки	0.106	0.35
при третьем расчетном режиме:		
– с учетом полезной нагрузки	0.211	0.35
– без учета полезной нагрузки	0.216	0.35
Коэффициент горизонтальной динамики кузова $K_{\partial\partial}$	0.21	0.25

Аналогичным образом определены остальные показатели качества хода вагона. Согласно результатам проведенных теоретических исследований, показатели качества хода пассажирского вагона модели 61-920 не превышают допускаемых значений и удовлетворяют требованиям [3]. На основании положительных результатов теоретических исследований построен опытный образец данного вагона. В соответствии с требованиями [1 – 3] и с целью проверки выбранных параметров пассажирского вагона проведены экспериментальные исследования. Проведенный сравнительный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований показал их хорошую сходимость, на основании которой можно сделать вывод: спроектированный вагон обладает высокими показателями качества хода, что создает благоприятные комфортные условия для пассажиров в пути следования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ 55182-2012. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Общие технические требования. Введ. 01.01.2014. М.: Стандартинформ, 2013. – 27 с.
- [2] ОСТ 24.050.16-85. Вагоны пассажирские. Методика определения плавности хода. Введ. 01.01.1987. М., 1987. – 14 с.
- [3] Нормы для расчета и проектирования новых и модернизированных вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ВНИИВ ВНИИЖТ, 1983. – 260 с.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

Р.В. Рахимов. Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқарилаётган 61-920 модели янги йўловчи вағони юриши сифат кўрсаткичларини баҳолаш

Мақолада йўловчи вағонлар паркинни истиқболли ва қулай вағонлар билан тўлдириши аҳамияти ҳақидаги саволлар кўриб чиқилган. Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқарилаётган 61-920 модели янги йўловчи вағони юриши сифат кўрсаткичлари ҳисоблаш натижалари аниқланган ва келтирилган.

R.V. Rahimov. Evaluation of road performance of the new passenger car models 61-920 production of Uzbekistan

The article considers questions about the importance of replenishing the fleet of passenger wagons with promising and comfortable wagons. Are defined and shows the results of calculations of indicators of quality of stroke a new passenger wagon models 61-920 production of the Republic Uzbekistan.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СВАРОЧНОЙ ВАННЫ ПРИ МНОГОЭЛЕКТРОДНОЙ НАПЛАВКЕ

Экспериментальные исследования, проведенные И.И. Фруминым и И.К. Проходней [1], показали, что максимальная средняя температура ванны зависит не от режима сварки, а от теплофизических свойств металла. В то же время при измерении температуры в различных местах сварочной ванны при наплавке порошковой лентой [2] установлено, что она зависит от отдельных параметров режима наплавки. Результаты экспериментов при наплавке ленточным электродом под флюсом [3] показали, что средняя температура сварочной ванны не зависит от тока и скорости наплавки. Однако, по данным авторов работы [3], при наплавке ленточным электродом под флюсом средняя температура ванны ниже, чем при использовании проволоки того же сечения, причем с увеличением ширины ленты температура ванны уменьшается. Тип ленты не оказывает влияния при обычных вылетах, однако, при увеличении вылета применение спеченной ленты ведет к снижению средней температуры ванны.

Из приведенного материала видно, что однозначного ответа по данному вопросу нет, и, учитывая отсутствие в литературе [1 – 4] конкретных рекомендаций по экспериментальному определению температуры сварочной ванны, предлагаем расчетные методы исследования ванны.

Впервые на основе теории распространения тепла В.И. Дятловым было произведено приближенное вычисление средней температуры сварочной ванны [1]. Для этого он использовал формулу

$$T_{\text{с}} = T_{\text{пл}} + \frac{c_{\text{тв}}(T_{\text{пл}} - T_{\text{о}}) - \omega_{\text{пл}}}{c_{\text{ж}}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{о}}$ – начальная температура тела; $c_{\text{тв}}$ – средняя теплоемкость твердого металла; $\omega_{\text{пл}}$ – скрытая теплота плавления; $c_{\text{ж}}$ – средняя удельная теплоемкость жидкого металла.

Согласно формуле (1), средняя температура ванны при автоматической наплавке малоуглеродистой стали при $T_{\text{о}}=20^{\circ}\text{C}$ и $T_{\text{пл}}=1500^{\circ}\text{C}$ составила $T_{\text{с}}=2450^{\circ}\text{C}$. Сопоставление полученного расчетного значения с экспериментальным ($T_{\text{с эксп.}}=1770^{\circ}\text{C}$) показывает низкую точность расчета с погрешностью 28 %.

Лучшие результаты дает формула [5]

$$T_{\text{с}} = \gamma T_{\text{пл.о}} + (1 - \gamma) T_{\text{н.м}}, \quad (2)$$

где γ – отношение доли основного металла к наплавленному; $T_{\text{н.м}}=T_{\text{к}}$ – температура капель. Для автоматической наплавки малоуглеродистой стали при $\gamma=2/3$, $T_{\text{пл.о}}=1500^{\circ}\text{C}$ и $T_{\text{к}}=2400^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{с}}$ составила 1800°C .

Однако для работы с представленными формулами нужно знать доли (массу) шлака, основного и расплавленного металла, поступающего в ванну, что усложняет процедуру расчетов.

В статье приводятся данные о величине средней температуры сварочной ванны при многоэлектродной наплавке, полученные по приемлемой упрощенной расчетной методике. Для этого процесс наплавки характеризовали мощностью $N_{\text{н}}$, израсходованной наплавочной установкой на непосредственное расплавление материала электродной проволоки и нагрев полученного жидкого металла до температуры $T_{\text{н}}$. Считали, что основная часть тепловой мощности $N_{\text{н}}$ материала наплавленного слоя объемом $L_{\text{н}}$, $b_{\text{н}}$, $Z_{\text{н}}$, нагретого до температуры $T_{\text{н}}$, при охлаждении расходуется в течение времени t на нагревание массы детали. Составили условие теплового баланса для описанного явления в виде

$$N_{\text{н}} t = L_{\text{н}} b_{\text{н}} Z_{\text{н}} \gamma_n C_n T_{\text{с}}, \quad (3)$$

где γ_n и C_n – усредненные значения плотности и теплоемкости наплавленного материала для диапазона температур от $T_{\text{н}}$ до $T_{\text{о}}$ – начальной температуры материала детали, принимаем $T_{\text{н}} > T_{\text{о}}$; $T_{\text{с}}$ – температура сварочной ванны.

При $L_n = V_n \cdot t$ и заданной мощности N_n процесса наплавки получим

$$N_n = T_{\phi} b_n Z_n V_n C_n \gamma_n. \quad (4)$$

Для определения T_{ϕ} проводили расчеты составляющих энергии сварочного процесса, расходуемого на расплавление и нагрев металла электродной проволоки и флюса по формуле

$$N_n = G_n [C_m T_n + q_n + C_{ж} (T_{\phi} - T_n)] + G_{\phi} [C_{\phi} T_{\phi} + q_{\phi} + C_{ж\phi} (T_{\phi} - T_{\phi})], \quad (5)$$

где $C_n = \gamma_n b_n Z_n V_n$ – секундная масса наплавленного слоя; G_{ϕ} – секундная масса расплавленных и перегретых флюсов; C_m, C_{ϕ} – средняя теплоемкость твердого металла и флюса от нормальной температуры до точки плавления; q_n, q_{ϕ} – скрытая теплота плавления металла и флюса; $C_{ж}, C_{ж\phi}$ – средняя удельная теплоемкость жидкого металла и флюса; T_{ϕ} – температура плавления флюса.

Из условия (5) получим

$$T_{\phi} = \frac{N_n + T_n \cdot C_{ж} \cdot G_n + T_{\phi} \cdot C_{ж\phi} \cdot G_{\phi} - G_n \cdot (C_m \cdot T_n + q_n) - G_{\phi} \cdot (C_{\phi} \cdot T_{\phi} + q_{\phi})}{G_n C_{ж} + G_{\phi} C_{ж\phi}}. \quad (6)$$

Используя известные литературные данные о параметрах процесса плавления стали, например, при среднем содержании углерода $\approx 0.6\%$ (температура плавления $T_n = 1500^{\circ}\text{C}$, $C_m = 0.163$ ккал/кг $^{\circ}\text{C}$, $q_n = 65$ ккал/кг, $C_{ж} = 0.195$ кг/ккал $^{\circ}\text{C}$ [6. С. 21], среднее $K_C = 30.3$ ккал/м $^{\circ}\text{C}$, $\gamma_c = 7694$ кг/м 3 , температура плавления флюса $T_{\phi} = 1150^{\circ}\text{C}$ [7. С. 99]), приняли условия расхода энергии на расплавление и перегрев металла электродной проволоки и флюсов, равными

$$G_n C_{ж} = G_{\phi} C_{ж\phi}; \quad G_{\phi} = G_n = b_n Z_n V_n \gamma_c; \quad C_m = C_{\phi}; \quad q_n = q_{\phi}.$$

Введение этого допущения обусловлено отсутствием точных данных о величинах $C_{ж\phi}$, C_{ϕ} и q_{ϕ} материала флюсов, используемых в наплавочном процессе.

Результаты вычислений температуры сварочной ванны для различных режимов многоэлектродной наплавки сведены в таблицу.

Расчетные значения средних температур сварочной ванны при различных режимах многоэлектродной наплавки высокоуглеродистой стали электродной проволокой под слоем флюса АН - 348А

Диаметр электрода $d_{\text{э}}$, мм	Количество электродных проволок, шт.	Сила тока $I_{\text{э}}$, А	Напряжение U , В	Скорость наплавки V_n , м/ч	Толщина наплавленного слоя z_n , мм	Ширина наплавленного слоя b_n , мм	Средняя температура сварочной ванны T_{ϕ} , $^{\circ}\text{C}$
3	5	800	28	10.8	3.5	50	1896
1.6	6	320	36	12.5	2.5	35	1855
2	4	450	38	10.8	4.5	30	2079
3	6	700	38	8.5	5	55	2010
3	4	650	24	20	2.5	28	1965

Как установлено, изменение режима в пределах оптимальных параметров многоэлектродной наплавки практически не влияет на среднюю температуру сварочной ванны. Разность между наибольшей и наименьшей температурами составила 224°C , а средняя расчетная величина $T_{\phi, \text{ср.}} = 1961^{\circ}\text{C}$, что превышает экспериментальные данные. Так, при сварке малоуглеродистой стали ($T_n = 1530^{\circ}\text{C}$) под флюсом типа АН-348А была зафиксирована средняя температура ванны в пределах $1770 \pm 100^{\circ}\text{C}$, а при наплавке высокоуглеродистой высокохромистой стали Х12ВФ ($T_n = 1310^{\circ}\text{C}$) порошковой проволокой под флюсом АН-30 средняя температура оказалась равной $1560 \pm 60^{\circ}\text{C}$ [1]. При наплавке низкоуглеродистой стали под слоем флюса АН-60 лентой сечением 60×0.8 и 30×0.8 мм температура сварочной ванны составила соответственно $1640 \pm 40^{\circ}\text{C}$ и $1750 \pm 40^{\circ}\text{C}$ [3]. С учетом этих экспериментальных данных относительная погрешность определения средней температуры сварочной ванны, по предлагаемой методике расчета, не превышает 15 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фрумин И. И. Автоматическая электродуговая наплавка. Харьков, 1961. – 421с.
- [2] Кортелев Г. А. и др. Температура сварочной ванны при наплавке порошковой лентой // Сварочное производство. 1970. № 1. С. 13 – 15.
- [3] Маликин В. Л., Фрумин И. И. Средняя температура сварочной ванны при наплавке ленточным электродом под флюсом // Автоматическая сварка. 1977. №6. С. 25 – 28.
- [4] Духно В. М. и др. Экспериментальное исследование температурного режима сварочной ванны // Вестник Киевского политехнического института. 1975. № 12. С. 19 – 21.
- [5] Петров Г. Л., Тумарев А. С. Теория сварочных процессов. М.: Высшая школа, 1977. – 271 с.
- [6] Теплофизические свойства веществ / Справочник. Под ред. Варгартик Н. Б. М.: ГЭИ, 1956. – 357 с.
- [7] Петров Г. Л. Сварочные материалы. Л., 1972. – 279с.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

Ш.С. Файзибаев, Э.С. Набиев. Кўп электродли кавиарлаида пайвандлаш ваннасининг ўртача температурасини ҳисоблаш методикаси

Мақолада кўп электродли кавиарлаида пайвандлаш ваннасининг ўртача температураси ҳисобининг натижалари келтирилган. Кўп электродли жараёнда пайвандлаш режими пайвандлаш ваннасининг ўртача температураси ўзгаришига деярли таъсир қилмаслиги кўрсатилган.

Sh.S. Fayzibaev, E.S. Nabiyev. Method of the calculation of the average temperature of the welding bath at the many-electrode welding

In the article results of the calculation of the average temperature of the welding bath at the many-electrode welding are conducted. It is shown that modification of the welding regimen at the many-electrode welding practically not influence upon average temperature of the welding bath.

УДК 624.21/8:699.841

У.З. ШЕРМУХАМЕДОВ, Ш.Ш. КАДЫРОВА

ВЫБОР ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ МОСТОВ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Сильные землетрясения (с интенсивностью 7 баллов и более) могут вызвать большие деформации, а иногда и разрушения. Для предотвращения таких последствий мосты должны иметь способность рассеивать энергию при колебаниях вследствие внутреннего конструкционного трения в материале, из которого они изготовлены, или неупругих деформаций.

Проблемы рассеивания энергии важны для мостов, особенно больших пролетов, обладающих слабыми демпфирующими свойствами, составляющими менее 5 % от критического. На таких мостах при сильных землетрясениях демпфирование колебаний происходит только за счет внутреннего трения и неупругих деформаций.

Мосты более уязвимы при сейсмических воздействиях по сравнению с другими сооружениями из-за низких собственных частот, лежащих в диапазоне от 0.5 до 5 Гц. Такие частоты близки к доминирующим при сейсмических воздействиях [1].

В настоящее время во многих странах разработаны новые типы опорных частей, усовершенствованы нормативные документы по расчету сейсмоизолированных мостов на сейсмостойкость. На предварительном этапе подбора и проектирования сейсмоизолирующих опорных частей в нормах многих стран допускается использование упрощенных моделей. В российских нормах, например, отсутствуют рекомендации по расчету сейсмоизолирующих устройств, а в Узбекистане вообще отсутствуют сами нормы.

Для уменьшения сейсмических воздействий конструкции моста необходимо запроектировать таким образом, чтобы исключить возникновение резонансных явлений.

Изменение параметров пролетного строения, влияющих на существенное изменение (масс, жесткости) собственных частот, не представляется возможным. Поэтому основным способом защиты от сейсмических воздействий является установка специальных опорных частей и демпфирующих устройств. Весьма удобен для выбора, расчета и конструирования сейсмоизолирующих устройств метод спектров ответов. Спектры ответов (реакция) – одна из наиболее важных, полез-

ных и широко применяемых концепций в теории и практике расчетов сооружений на сейсмостойкость.

Впервые идея использования реакций для представления сейсмических воздействий изложена в статье К.А. Сюэхиро в 1926 г. Хаузнер использовал электрические аналоговые для построения спектров ответов, что существенно увеличило скорость и точность обработки экспериментальных акселерограмм. Разработке численных методов построения спектров ответов способствовало появление быстродействующих компьютеров, позволяющих получать сейсмограммы колебаний поверхности грунта при землетрясениях в удобной для дальнейшей обработки в цифровой форме [1].

Для учета демпфирующих свойств различных строительных материалов необходимо построить семейство спектральных кривых с различными коэффициентами демпфирования. Например, для бетона он находится в пределах от 2 до 4 %, для резинометаллических опорных частей он меняется в широких пределах от 6 до 18 % [1].

Анализ спектров ответов показывает, что, изменяя собственную частоту колебаний и демпфирования системы, можно существенно уменьшить реакцию сооружения на сейсмическое воздействие. Установка эластичных частей взамен обычных позволяет период собственных колебаний меньше 1 с увеличить до 3 – 5 с. Это уменьшает коэффициент динамичности в 3 – 8 раз по сравнению с мостами с обычными опорными частями [1]. Демпфирующие устройства служат не только для поглощения энергии, но и в качестве ограничителей перемещений концов пролетных строений.

В настоящее время разработано и испытано большое число сейсмоизолирующих и энергопоглощающих устройств для мостовых конструкций. Рассмотрим часто используемые в мостостроении типы опорных частей. Замена обычных опорных частей сейсмоизолирующими позволяет увеличить период колебаний мостов от значения, равного 1 и менее, до 3 с и более. Это приведет к уменьшению сейсмической нагрузки на сооружение в 3 – 5 раз [2].

Если при использовании сейсмоизолирующего устройства увеличить период колебаний до 3 с, то для этого необходимо уменьшить жесткость системы. При этом максимальные ускорения уменьшатся (не достигнут и 0.2 g), но существенно возрастут перемещения. Однако перемещения будут происходить за счет деформации сейсмоизолирующих устройств, а не за счет элементов сооружений [2].

Перемещения можно уменьшить, если включить дополнительные демпфирующие устройства. Если к этой системе с данным сейсмоизолятором добавить дополнительный демпфер, который увеличит коэффициент демпфирования с 2 до 20%, то перемещения и ускорения, а следовательно, сейсмическая сила будут уменьшаться [2].

Рассмотрим основные типы сейсмоизолирующих опорных частей, получивших наиболее широкое применение на практике.

Резинометаллические (эластомерные) опорные части:

- резинометаллические опорные части из натуральной и синтетической резины с малым коэффициентом демпфирования;
- резинометаллические опорные части из натуральной резины с большим коэффициентом демпфирования;
- резинометаллические опорные части из натуральной резины со свинцовым стержнем (рис.1).

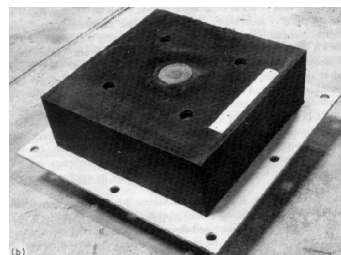
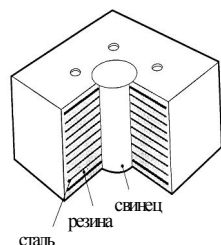


Рис. 1. Резинометаллическая опора со свинцовым сердечником

Опорные части, допускающие скольжение:

- плоские опорные части;
- сферические опорные части.

Фрикционные опорные части являются одним из наиболее популярных и распространенных в последнее время способов сейсмоизоляции мостовых конструкций. Поглощение энергии в этих опорных частях происходит за счет работы сил трения и рассеяния её в виде тепла в окружающее пространство. Особенностью этих устройств является широкий диапазон частот, в котором они эффективно рассеивают энергию сейсмических воздействий и уменьшают амплитуды колебаний элементов конструкций [2]. Фрикционные опорные части (рис. 2) уменьшают силы, передающиеся на пролетное строение моста при воздействии землетрясения, за счет того, что пролетное строение перемещается на опорных частях с малым коэффициентом трения. Максимальная сила трения между поверхностями, по которым происходит скольжение, является предельной силой, передающейся на сейсмоизолированную часть сооружения.

За последнее 20 лет предложено большое количество конструкций опорных частей такого типа. Широкое распространение получила фрикционная опорная часть марки R-FBJ [2]. В этой опорной части резиновые стержни не несут вертикальной нагрузки, поэтому вулканизируются внутри опорной части и обеспечивают распределение относительных перемещений пластин по высоте. Такая комбинация подвижных пластин и резины обладает фрикционными и упругими свойствами.

Основным недостатком, проявляющимся при использовании только фрикционных опорных частей при сейсмоизоляции, является отсутствие сил, возвращающих сейсмоизолированную часть в первоначальное положение, а также предсказуемости величины реакции. Это требует добавления упругих элементов для возвращения пролетного строения в исходное положение или модификации конструкции опорной части.

Такой модифицированной конструкцией, обеспечивающей возвращение пролетного строения в исходное положение и рассеивающей энергию, являются **фрикционно-маятниковые опорные части**. Такие опорные части получили широкое распространение в различных странах мира в качестве сейсмоизолирующих устройств для мостов, зданий и других сооружений. Фрикционно-маятниковая опорная часть, обозначаемая в зарубежной литературе FPJ, состоит из двух тел, соприкасающихся по сферическим поверхностям. Для равномерной передачи нагрузок контактирующие поверхности имеют одинаковый радиус r .



Рис.2. Фрикционная опорная часть марки R-FBJ

При горизонтальных колебаниях два тела скользят по сферическим поверхностям относительно друг друга. При горизонтальных перемещениях пролетного строения часть кинетической энергии переходит в потенциальную, которая создает возвращающую силу.

Когда необходимо, чтобы опорное устройство обладало и демпфирующими свойствами, между поверхностями располагается слой, увеличивающий силу трения. Коэффициент трения между скользящими поверхностями может меняться в пределах от 5 до 35% [2].

Период собственных горизонтальных колебаний пролетных строений, установленных на маятниковые опоры, не зависит от массы пролетного строения и является функцией радиуса сферических поверхностей опор r [2]:

$$T = 2\pi\sqrt{r/e}. \quad (1)$$

Эффективный коэффициент жесткости при горизонтальных смещениях определяется выражением [2]

$$K_{eff} = P/r + \mu \cdot P/u, \quad (2)$$

где μ – коэффициент трения; u – перемещение.

Относительный коэффициент демпфирования можно определить по формуле [2]

$$\beta = \frac{2 \cdot \mu}{\pi \cdot \mu + u/r}. \quad (3)$$

Величину подъема конструкции (вертикальное перемещение) при горизонтальном перемещении по сферической поверхности определяют по формуле [2]

$$\delta \cong 0.5 \cdot u^2 / r. \quad (4)$$

Независимость периода колебаний конструкции на маятниковых сейсмоизоляторах от массы поддерживаемой конструкции дает большие преимущества по сравнению с эластомерными опорными частями.

Чтобы увеличить период колебаний при использовании эластомерных изоляторов, необходимо увеличить их высоту, ограниченную по условию устойчивости, а при использовании фрикционно-маятниковых опорных частей изменения периода колебаний можно добиться простым изменением радиусов опорных частей.

Другим преимуществом фрикционно-маятниковых опорных частей является высокая несущая способность – до 130000 кН, что позволяет использовать их в конструкциях большепролетных мостов [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курбацкий Е.Н., Бахссас Ф.Х. Использование концепции спектров ответов для выбора и расчета опорных частей мостов в сейсмоопасных районах // Транспортное строительство. 2007. № 12. С. 18 – 22.
- [2] Курбацкий Е.Н. Сейсмоизолирующие устройства для мостов. М.: МИИТ, 2010. – 73 с.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

У.З. Шермухамедов, Ш.Ш. Кадырова. Сейсмик ҳудудлардаги кўприкларга таянч қисмларини танлаш
Мақолада кўприк қурилишида қўлланиладиган сейсмоҳимоявий таянч қисмларининг асосий турлари кўриб чиқилган. Чет эл мамлакатларининг меъёрларида сейсмоҳимоявий таянч қисмларини лойиҳалаш ва уларни танлашнинг дастлабки босқичларида соддалаштирилган моделларни қўллаш келтирилган. Кучли zilzilalar пайтида ананавий усул (модел)ларни таҳлиладан келиб чиқиб, кўприк таянч қисмлари танланади.

U.Z. Shermukhamedov, Sh.Sh. Kadirova. Choosing bearings bridges in seismic regions
Considered the basic types of Seismic supporting parts in the bridge construction. At the preliminary stage of selection and design of Seismic supporting parts in the rules of foreign countries allowed to use simplified models. Analyzing the traditional solutions (models) is selected bearings bridges during strong earthquakes.

УДК 687. 053

М.А. МАНСУРОВА

ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПРУЖИНЫ КРУЧЕНИЯ НА РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ

Анализ конструкций механизмов перемещения материала в швейных машинах показал, что они разнообразны и имеют следующие недостатки: трудность обеспечения необходимой траектории движения рейки; жесткое взаимодействие рейки на материал, сложность конструкций; большие инерционные силы, приводящие к возникновению вредных сил реакций в кинематических парах, к их износу и дополнительным затратам мощности машины и др. [1]. В рекомендуемой конструкции поставленная задача решается следующим образом. На валу подачи транспортирующей рейки по горизонтали, связанном с эксцентриком распределительного вала машины посредством шатуна и коромысла, установлен упругий накопитель энергии в виде пружины кручения. Одним концом он закреплен на коромысле, другим – к корпусу машины. Кроме того, для уменьшения динамических нагрузок на привод машины шарнирное соединение шатуна и коромысла снабжены дополнительно упругой втулкой. В предлагаемом механизме рейка соединена с коромыслом посредством упругой подушки, например, из резины. Упругая втулка в шарнире между коромыслом и шатуном по наружной поверхности выполнена выпуклой, обеспечивающей центрирование нагрузки, т.е. повышая точность перемещения коромысла в плоскости движения механизма [2]. В

связи с этим важным является теоретическое изучение динамики механизма перемещения материала (рис. 1).

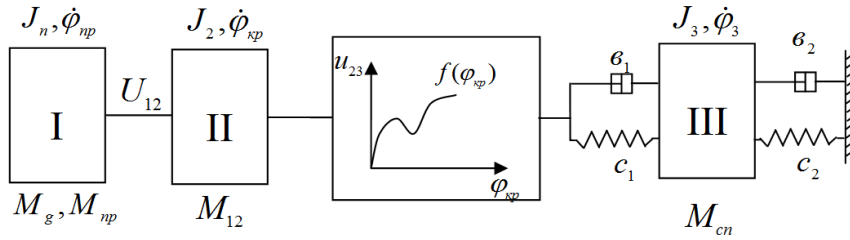


Рис. 1. Расчетная схема механизма перемещения материала с упругими элементами

При составлении расчетной схемы машинного агрегата с рассматриваемым механизмом перемещения материалов привод швейной машины привели к нижнему валу, учитывая как одну массу. За вторую приняли массу кривошипа, а массу шатуна не учитывали ввиду ее малости относительно масс других звеньев механизма. За третью приняли массу коромысла. С учетом механической характеристики привода и сопротивлений в каждой массе системы, согласно уравнениям Лагранжа II рода [3], получена система дифференциальных уравнений трехмассового машинного агрегата с механизмом перемещения материала швейной машины:

$$\dot{M}_g = 2M_{\kappa}\omega_c - 2M_{\kappa}p\dot{\varphi}_{np} - \omega_c S_{\kappa}M_g;$$

$$(J_{\kappa} + J_p) \cdot \ddot{\varphi}_{\kappa} = M_g - M_{12} - M_{np}$$

$$J_{кр} \ddot{\varphi}_{кр} = u_{12}M_{12} - \epsilon_1[\dot{\varphi}_{кр} - u_{23}(\varphi_{кр})\dot{\varphi}_{\kappa}] - c_1[\varphi_{кр} - u_{23}(\varphi_{кр})\varphi_{\kappa}] \left(1 - \frac{\partial u_{23}(\varphi_{кр})}{\partial \varphi_{кр}} \cdot \varphi_{\kappa}\right)$$

$$(J_{\kappa} + J_p) \ddot{\varphi}_{\kappa} = u_{23}(\varphi_{\kappa})\epsilon_1[\dot{\varphi}_{кр} - u_{23}(\varphi_{кр})\dot{\varphi}_{\kappa}] + u_{23}(\varphi_{кр})c_1[\varphi_{кр} - u_{23}(\varphi_{кр})\varphi_{\kappa}] - \epsilon_2\dot{\varphi}_{\kappa} - c_2\varphi_{\kappa} - M_{cn}, \quad (1)$$

где φ_{np} – угловое перемещение звена привода (нижний вал швейной машины); $\varphi_{кр}$ – угловое перемещение кривошипа механизма перемещения материала; φ_{κ} – угловое перемещение коромысла; $J_{н.в.}$, J_{np} – моменты инерции нижнего вала и приведенных к нему масс машинного агрегата; $J_{кр}$, J_{κ} , J_p – моменты инерции кривошипа, коромысла и рейки; c_1 , c_2 – коэффициенты жесткости упругой втулки в кинематической паре и пружины кручения в механизме перемещения материала; $u_{23}(\varphi_{кр})$ – передаточное отношение между массами 2-й и 3-й систем; ϵ_1 , ϵ_2 – коэффициенты диссипации упругой опоры и пружины кручения механизма перемещения материала; M_{12} – момент, передаваемый от приведенного вала к кривошипу; M_{np} – приведенный момент сопротивления системы к массе 1; M_{cn} – технологическое сопротивление материалов перемещению в швейной машине.

Решение задачи осуществляли при следующих исходных значениях параметров: $P_g=0.4$ кВт; $n=2900$ об/мин; $\omega_c=314$ 1/с; $\omega_0=102.6$ 1/с; $J_1=0.109 \cdot 10^{-5}$ кг/м²; $J_2=0.9 \cdot 10^{-5}$ кг/м²; $J_3=0.23 \cdot 10^{-4}$ кг/м²; $c_1=0.855 \cdot 10^3$ Нм/рад; $b_1=0.611$ Нм·с/рад; $c_2=1.12 \cdot 10^3$ Нм/рад; $b_2=0.732$ Нм·с/рад; $u_{12}=1.0$; $f=50$ Гц.

На основании решения задачи машинного агрегата установлено, что увеличение жесткостей упругой втулки и пружины кручения, а также масс системы (кривошипа, коромысла-рабочего органа) также увеличивает время переходного процесса в несколько раз. На основе вариации параметров системы получены закономерности движения масс машинного агрегата, в основном, коромысла с рейкой. На рис. 2 представлены графические зависимости изменения разницы угловых скоростей при прямом и обратном движениях коромысла механизма перемещения материала при различных значениях коэффициента жесткости пружины кручения в опоре коромысла. Так, при увеличении коэффициента жесткости от $0.5 \cdot 10^3$ до $2.5 \cdot 10^3$ Нм/рад при частоте вращения главного вала швейной машины 3000 об/мин среднее значение разницы угловых скоростей при прямом и обратном движениях коромысла возрастает от 0.38 до 1.92 рад/с, а также при $n_{св}=5000$ об/мин эти значения будут от 1.24 до 3.8/2 рад/с.

Следует отметить, что с увеличением коэффициента жесткости пружины кручения механизма перемещения материала разница между значениями $\Delta \dot{\varphi}_{\kappa}$ при увеличении $n_{св}$ становится

ощутимой. Так, при $C_2=2.5 \cdot 10^3$ нм/рад, $n_{2в}=3000$ об/мин разница между угловыми скоростями прямого и обратного хода рабочего органа 2.12 рад/с, а при $n_{2в}=5000$ об/мин $\Delta \dot{\phi}_3=4.08$ рад/с, т.е. 2.04 рад/с. Это означает, что для увеличения скорости стачивания целесообразно увеличение коэффициента жесткости пружины кручения механизма перемещения материалов швейной машины. С учетом деформаций упругой втулки в шарнире между коромыслом и шатунов в некоторой степени изменяются значения $u_{23}(\varphi_{кр})$. Поэтому значение $\Delta \dot{\phi}_k$ также будет меняться от изменений $u_{23}(\varphi_{кр})$. В зависимости от минимальных и максимальных значений деформаций упругой втулки в шарнире коромысла полученные графические зависимости изменения на рис. 2 представлены заштрихованной зоной. Анализ этих графиков показывает, что с увеличением значений c_2 , $\Delta \dot{\phi}_{k \max}$ доходит до 0.5 рад/с при $n=5000$ об/мин. Таким образом, изменяя жесткость упругой втулки шарнира коромысла, можно в достаточной степени корректировать значения $\Delta \dot{\phi}_k$, тем самым и траекторию движения рейки механизма перемещения материала.

Увеличение жесткости упругой втулки составного шарнира коромысла приводит к уменьшению разницы времени рабочей зоны и обратного хода движений рейки. С учетом изложенного рекомендуемыми значениями коэффициента жесткости пружины кручения и втулки шарнира механизма перемещения являются $(2.0 - 2.5) \cdot 10^3$ и $(1.8 - 2.4) \cdot 10^3$ нм/рад. Эти значения считаются приемлемыми: при них обеспечивается достаточный по площади контакт рабочей зоны коромысла с перемещаемым материалом (рис. 3, б).

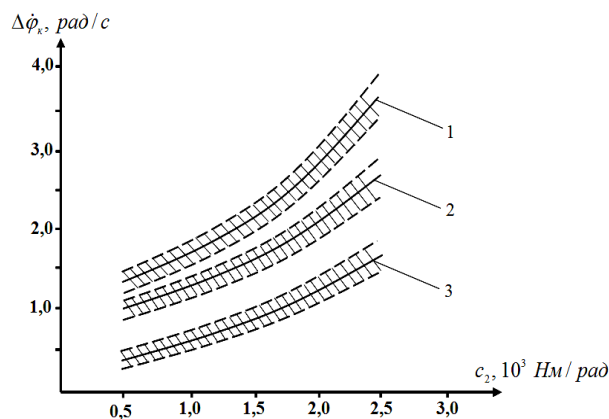


Рис. 2. Зависимости изменения разницы угловых скоростей при прямом и обратном угловых перемещениях рабочего органа механизма перемещения сшиваемых материалов от вариации коэффициента жесткости пружины кручения: 1 – при $n_{2в}=5000$ об/мин, гл. вала; 2 – при $n_{2в}=4000$ об/мин; 3 – при $n_{2в}=3000$ об/мин

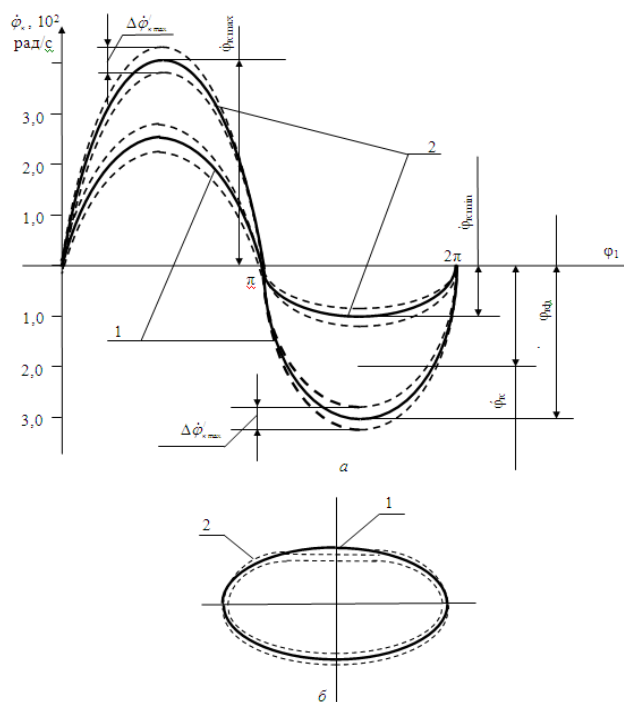


Рис. 3. Изменения функции $\Delta \dot{\phi}_k = f(\varphi_1)$ при вариации коэффициента жесткости пружины кручения и шарнира (а) (1 – $C_2=1.0 \cdot 10^3$ нм/рад; 2 – $C_2=2.5 \cdot 10^3$ нм/рад) и траектория движения конца рабочего органа механизма перемещения материала швейной машины (б) (1 – без упругих связей; 2 – с учетом упругих связей при 1 – $C_1=0.75 \cdot 10^3$ нм/рад; 3 – $C_1=1.2 \cdot 10^3$ нм/рад)

Траектория изменяется за счет упругой деформации опоры между коромыслом и шатуном механизма перемещения материала. Эти изменения по траектории (эллипса) достигают (6 – 10) %. Угловая скорость при холостом движении доходит до $(3.8 - 4.1) \cdot 10^2$ рад/с, а с учетом изменения деформаций упругой втулки шарнира изменяется в пределах $(3.5 - 4.3) \cdot 10^2$ рад/с (см. рис. 3). Это объясняется тем, что пружина кручения при холостом ходе сжимается, накапливает некоторую энергию, а при прямом ходе при расжатии пружины кручения движение рейки ускоряется и увеличивается угловая скорость коромысла.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мансурова М.А. Теоретические основы получения двухниточного цепного стежка для изготовления швейных изделий. Ташкент: Фан ва технология, 2013. – 196 с.
- [2] Мансурова М.А. и др. Механизм перемещения материала швейной машины. Патент №FAP00330 // Бюллетень. 2007. № 12.
- [3] Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., 1987.

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Дата поступления
10.03.2015

М.А. Мансурова. Тикув машинасида материални суриш механизми ишчи органи ҳаракат режимида пружина бурама бикрлигининг таъсири

Мақолада тикув машинасининг материалларни суриш механизми рейкаси ҳаракат траекториясини бурама пружинаси бикрлигига боғлиқлиги таҳлил қилинган.

M.A. Mansurova. Influence of rigidity of a spring of torsion on modes of movement of working body of the mechanism of moving of materials in the sewing-machine

In article the analysis of dependence of rigidity of a spring of torsion of the mechanism of moving of materials on a movement trajectory peyku in the sewing-machine is resulted.

УДК 621.01

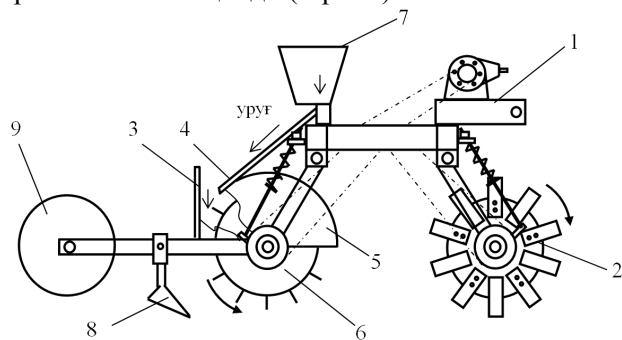
А. ТЎХТАҚЎЗИЕВ, А. ДЖУРАЕВ, В. ТУРДАЛИЕВ

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН АГРЕГАТ ПАРРАКЛИ БАРАБАНИНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ

Қишлоқ хўжалиги экинларини экиш учун ерларни тайёрлашдаги якуний босқич - бу тупроққа экишдан олдин ишлов беришдир. Экиш сифати, тупроқда уруғларни жойлашиши ва уларни униб чиқиш динамикаси тупроққа экишдан олдин ишлов бериш сифатига боғлиқдир. Бу айниқса майда уруғли сабзавот экинларини экишда муҳим аҳамиятга эга.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, тупроққа экиш олдида ишлов берувчи ва майда уруғли сабзавот экинларини экувчи комбинациялашган агрегат ишлаб чиқилди (1-расм).

Комбинациялашган агрегат рама 1, унга ўрнатилган фрезали барабан 2, уруғ бункери 7, уруғ нови 4, майдаланган майин тупроқни олиб, уруғ нови 4 дан тушаётган уруғлар билан аралаштирувчи парракли барабан 6, эгат очгич 8 ва цилиндрик зичловчи-текисловчи ғалтакмола 9 дан ташкил топган. Барабан 6 дан тупроқ сочилиб кетмаслиги учун унинг устки қисми П-шаклли ёйсимон қобик 5 билан қопланган.



1-расм. Комбинациялашган агрегатнинг умумий кўриниши

Комбинациялашган агрегат қўидаги тартибда ишлайди: иш жараёнида фрезали барабан 2 дала юзасидаги кесакларни майдалайди. Майдаланган майин тупроқни барабан 6 парраклари орқали олиб, орқага ташлаб беради. Уруғ нови 4 дан уруғлар уруғ тўсгич 3 дан қайтгандан кейин парракли барабан 6 дан тушаётган тупроққа аралашган ҳолда дала юзасига тушади. Ерга тушган пайтда уруғлар 2 – 3 см чуқурликда тупроқ билан қўмилади. Бу уруғларни бир текис қўмилиши ва униб чиқишини таъминлашга асос бўлади. Уруғлар тупроқ билан аралашиб, қўмилгандан сўнг эгат очгич 8 ёрдамида эгат очилади. Эгат очилгач цилиндрик зичловчи-текисловчи ғалтакмола 9 уруғ экилган зонани текислайди ҳамда талаб даражасида зичлайди.

Ушбу мақолада комбинациялашган агрегат парракли барабанининг параметрларини асослаш бўйича ўтказилган назарий тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Қуйидагилар парракли барабаннинг асосий параметрлари ҳисобланади:

- парракларнинг баландлиги h_n ;
- барабаннинг радиуси R_n ;
- иш режими λ_n ;
- парраклар сони z_n ;
- барабаннинг айланишлар сони n_n .

Парракларнинг баландлигини уруғларни кўмилиш чуқурлигидан келиб чиққан ҳолда аниқлаймиз, чунки улар иш жараёнида уруғларни экиш чуқурлигига тенг бўлган қалинликдаги тупроқни ковлаб олишлари лозим. Акс ҳолда уруғларни талаб даражасидаги чуқурликка кўмилиши таъминланмайди.

Таъкидланганларга асосан

$$h_n = h_y + \Delta h_n, \quad (1)$$

бунда h_y – уруғларни кўмилиш чуқурлиги; Δh_n – барабаннинг цилиндрик қисми билан дала юзаси орасидаги тирқиш.

$h_y=2-3$ см ва $\Delta h_n=1-2$ см қабул қиладиган бўлсак, парракларнинг баландлиги (1) ифода бўйича ўртача 4 см бўлиши лозимлиги келиб чиқади.

Барабаннинг радиусини қуйидаги ифода бўйича аниқлаймиз

$$R_n = R_{ij} + h_n, \quad (2)$$

бунда R_{ij} – барабан цилиндрик қисмининг радиуси.

Ўтказилган тажрибавий тадқиқотларимиз бўйича $R_{ij}=10$ см, юқорида таъкидлангани бўйича эса $h_n=4$ см. Буларни (2) ифодага қўйиб парракли барабаннинг радиуси 14 см ва демак диаметри 28 см бўлиши лозимлигини аниқлаймиз.

Илгари бажарилган тадқиқотларга асосан [1] парракли барабаннинг иш режими λ_n ни 1.5 – 1.8 оралиғида қабул қиламиз. Иш режимини кўрсатилган қийматдан кам бўлиши тупроқни барабан олдида уюлиб қолишига, катта бўлиши эса уни парраклар томонидан бериладиган зарба таъсирида сочилиб кетишига олиб келади.

Парракли барабан парракларининг сонини қуйидаги шартдан фойдаланиб аниқлаймиз

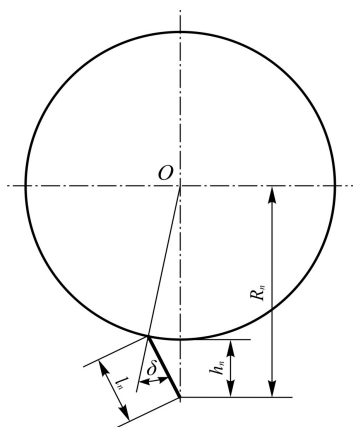
$$m \geq m_n, \quad (3)$$

бунда m – парракли барабан маълум бир S масофани босиб ўтганда унинг парраклари юқорига олиб кетиши зарур бўлган тупроқ массаси; m_n – парракли барабан S масофани босиб ўтганда унинг парраклари олиб кетадиган тупроқнинг ҳажми.

Парракли барабан S масофани босиб ўтганда унинг парраклари олиб кетиши зарур бўлган ва олиб кетадиган тупроқ массасини қуйидаги ифодалар бўйича аниқлаймиз

$$m = S h_{n\delta} B_{n\delta} \rho \quad (4)$$

$$\text{ва} \quad m_n = \frac{S z_n}{2\pi R_n} k_3 l_n B_{n\delta} \lambda_n \rho, \quad (5)$$



2-расм. Парракли барабан паррагининг узунлиги l_n ни аниқлашга доир схема

2-расмда келтирилган схемага биноан

$$l_n = \sqrt{(R_n - h_n)^2 \cos^2 \delta + (2R_n - h_n)h_n} - (R_n - h_n) \cos \delta, \quad (7)$$

бунда δ – парракларни барабанда радиалга нисбатан ўрнатилиш бурчаги.

Бу ифодани ҳисобга олганда (6) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$z_n \geq \frac{2\pi R_n}{\lambda_n [\sqrt{(R_n - h_n)^2 \cos^2 \delta + (2R_n - h_n)h_n} - (R_n - h_n) \cos \delta] k_s}. \quad (8)$$

Бу ифодага R_n , λ_n , h_n ларни юқорида аниқланган қийматларини қўйиб ҳамда $k_s=1.4$ ва $\delta=45^\circ$ қабул қилиб, парракли барабаннинг парраклари сони камида 8 дона бўлиши лозимлигини аниқлаймиз. Парракли барабаннинг айланишлар сонини V , λ_n ва R_n нинг маълум қийматлари бўйича қуйидаги ифодага асосан аниқлаймиз

$$n_n = \frac{30V\lambda_n}{\pi R_n}. \quad (9)$$

Бу ерда $V=2.0$ м/с, $\lambda_n=1.5 - 1.8$ ва $R_n=0.14$ м қабул қилиб, бу ифода бўйича ўтказилган ҳисоблар парракли барабаннинг айланишлар сони 153 – 245 айл/мин оралиғида бўлиши лозимлигини кўрсатди.

Демак, парракли барабан уруғларни талаб даражасидаги чуқурликка сифатли экилишини таъминлаши учун унинг парракларининг баландлиги 4 см, радиуси 14 см, парракларининг сони камида 8 та, иш режими 1.5 – 1.8 ҳамда айланишлар сони 153 – 245 айл/мин оралиқларида бўлиши лозим.

АДАБИЁТ

- [1] Сочинёв С.И. Разработка и обоснование конструктивно-кинематических параметров сошника с роторно-лопастным раскладчиком семян: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Пенза, 2005. С. 8 – 10.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

20.05.2015 й.
қабул қилинган

А. Тухтакузиев, А. Джураев, В. Турдалиев. Обоснование параметров лопастного барабана комбинированного агрегата

В статье приведены аналитические зависимости для определения параметров лопастного барабана, т.е. высоты лопасти, радиуса барабана, режима работы, числа лопастей, числа оборотов барабана комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и сева мелкосеменных овощных культур. Кроме того, на основе численного решения приведенных зависимостей даны рекомендуемые значения этих параметров.

A. Tuxtakuziev, A. Djuraev, V. Turdaliev. Substantiation of parameters blade of the drum of the combined unit

In article analytical dependences for definition of parameters drum, i.e. height of the blade, radius of a drum, an operating mode, number of blades, number of turns of a drum of the combined unit for preseeding processing of soil and sowing dust seed vegetable cultures are resulted. Besides on the basis of the numerical decision of the resulted dependences recommended values of these parameters are given.

УДК 621.841

Х.С. САГДИЕВ, З.Р. ТЕШАБОЕВ, А.Ш. ХАБИБУЛЛИН

ОЦЕНКА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ ПО СТАРЫМ СТРОИТЕЛЬНЫМ НОРМАМ И ПРАВИЛАМ

Как известно, каждые 5 – 10 лет обновляются строительные нормы и правила по строительству зданий и сооружений в сейсмических районах с учетом результатов научных исследований и последствий произошедших сильных землетрясений. Масштабы последствия и возможные ущербы при сильных землетрясениях зависят, в основном, от своевременных принятых превентивных мер по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений, обучения населения анти-сейсмическим мероприятиям и действия структуры быстрого реагирования. Поэтому для уменьшения человеческих жертв и сохранения материальных ценностей главной проблемой является обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений при возможных сильных землетрясениях.

Ранее в выполненных проектах [1] приведены результаты визуального обследования и классификация эксплуатируемых строительных конструкций, базы данных о состояниях зданий

школьных, дошкольных и медицинских учреждений г. Ташкента, построенных до 1970 г. по нормативным документам [2 – 4]. В рамках проекта [5] проведены выборочно инструментально-расчетные исследования сейсмостойкости из числа этих зданий, построенных в 1950 – 1970-е годы по строительным нормам [2 – 4]. Поверочные расчеты были проведены по одномерной и пространственной модели зданий в соответствии с требованиями нормативных документов по сейсмостойкому строительству [5 – 8]. Результаты исследований показали, что значительная часть этих зданий не отвечает требованиям по объемно-планировочным и конструктивным решениям, а также по прочностным характеристикам ныне действующих в республике КМК [6]. Примерно 20 – 25 % из общего количества этих зданий, построенных до 1970 г., требуют усиления строительных конструкций.

В рамках проекта [5] также проведены инструментально-расчетные исследования сейсмостойкости зданий, построенных по строительным нормам и правилам [9], изданным с учетом последствий Ташкентского землетрясения 1966 г.

В качестве примера выбрано здание одной из школ г. Ташкента. Исследованы и определены динамические и прочностные характеристики конструкций, физико-механические характеристики грунта района строительства, произведена оценка технического состояния, определены объемно-планировочные и конструктивные решения, выполнены поверочные расчеты несущих конструкций каркасов основного второго блока здания на основное и особое сочетание нагрузок по пространственной схеме.

Характеристика здания. Здание школы построено в 1975 г. и состоит из десяти блоков, разделенных между собой антисейсмическими швами. Здание одно-, двух- и трехэтажное с высотой этажей 3.3; 4.15 и 6.4 м, без подвала, в блоках имеются технологические каналы. Здание каркасное, одно- и двухпролетное. Каркасы блоков здания – железобетонные, рамной системы, с жесткими узлами в поперечном и продольном направлениях. Колонны типовые сечением 300×300 мм. Сетка колонн – 6.0×6.0; 3.0×6.0 и 3.0×3.0 м. Ригели несущих поперечных рам имеют сечения высотой 400 мм и шириной 300 мм, а продольные ригели – сечением 300×350 мм.

Перекрытия и покрытие здания выполнены из сборных железобетонных круглопустотных предварительно напряженных плит нескольких типоразмеров. Стеновое ограждение выполнено из стеновых навесных керамзитобетонных панелей прямоугольного сечения толщиной 300 мм и кирпичной кладки. В здании кирпичные перегородки толщиной 120 мм, гипсолитовые – толщиной 80 и 160 мм. Крыша – рулонная с наружным сбросом на отмокту.

Техническое состояние конструкций. Пространственная устойчивость каркасов предусматривается поперечными и продольными рамами и жесткими дисками перекрытий. Несущими вертикальную нагрузку являются поперечные рамы. Для соединения с ригелями несущих рам в ригельной части колонн имеются специальные выпуски арматуры. Для сопряжения с продольными ригелями в колоннах также устроены выпуски арматурных стержней. В колоннах наружных рядов имеются закладные детали для крепления стеновых панелей.

При обследовании установлено:

- бетон колонн класса В20 – В30, бетон омоноличивания стыков – В15 - В20;
- фактический класс бетона ригелей В25 –В30;
- состояние узлов сопряжения ригелей с колоннами удовлетворительное;
- существенных дефектов и повреждений, снижающих несущую способность колонн и ригелей, не обнаружено;
- фактический класс бетона плит перекрытий В20 – В30;
- швы между плитами не омоноличены раствором;
- в плитах перекрытия в местах протечек кровли и утечек из водонесущих сетей имеются ржавые потеки;
- состояние креплений некоторых простеночных панелей нарушено;
- в стеновых панелях имеются повреждения в виде отслоения фактурного слоя, следы потеков, сколы бетона до оголения арматуры, участки с оголением арматурных сеток в местах разрушения защитного слоя бетона. Раствор омоноличивания швов между панелями местами утерян;
- крепление кирпичных перегородок к конструкциям каркаса не устроено, имеются зазоры между верхними гранями перегородок и конструкциями перекрытия. Ввиду отсутствия крепления в местах сопряжения перегородок с несущими конструкциями образовались трещины;

Рекомендуется:

- выполнить текущий ремонт стеновых панелей и восстановить крепление простеночных панелей. Для удержания панелей от смещения из плоскости следует к столикам с наружной стороны приварить пластины;
- кирпичные перегородки со сквозными трещинами и поврежденные гипсолитовые перегородки разобрать и устроить заново;
- устроить крепление перегородок к несущим конструкциям в соответствии с требованиями норм.

Деформационные швы между блоками. В швах между блоками продольные рамы по крайним осям каждого блока имеют консольные ригели вылетом 2.35 м. Консольные ригели выполнены из монолитного железобетона и крепятся к колоннам каркаса путем приварки арматуры консолей к выпускам арматуры колонн.

Для крепления конструкций стенового ограждения на концах консолей устроены стальные стойки, которые приварены к закладным деталям консолей. Стеновое ограждение швов между блоками выполнено из кирпичной кладки и стеновых панелей. Крепление конструкций стенового ограждения – гибкое.

Деформационные швы между блоками перекрыты сборными железобетонными плитами сплошного сечения толщиной 120 мм и размером в плане 2850×2400 мм. Эти плиты на обоих концах свободно опираются на металлические столики из прокатных уголков 160×100×12, прикрепленных к ригелям продольных и поперечных рам примыкающих блоков. В шве между блоками столики выполнены из уголка 80×8 и прикреплены к ригелям.

Динамические характеристики здания блока и свойства грунта площадки. Методика измерения динамических характеристик здания, информация об используемых приборах, их калибровка и тарировка измерительных каналов подробно описаны в [1]. Измерения производились в каждой точке в двух взаимно перпендикулярных горизонтальных направлениях (вдоль и поперек сооружения). По результатам измерений значения периодов свободных колебаний в поперечном и продольном направлениях соответственно равны: $T_{\text{поп}}=0.23$ с, $T_{\text{пр}}=0.11$ с.

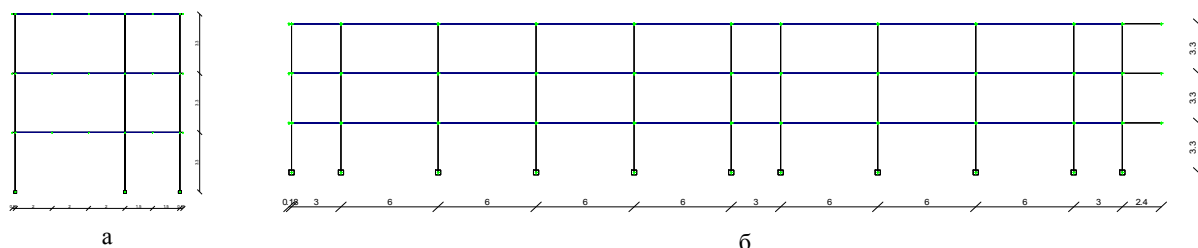
При инструментальных исследованиях грунтовых условий вдоль поверхности площадки на определенном расстоянии друг от друга расставляются сейсмические датчики, которые имеют идентичные характеристики. На некотором расстоянии от первого пункта регистрации создается определенное возмущение, например удар кувалдой в грунт, в результате чего в грунтовой среде распространяется волна. Сейсмические приборы, установленные на пунктах наблюдений, фиксируют по очереди вступление фронта волны вдоль площадки. С помощью полученных записей определяются момент вступления волны по пунктам наблюдений и скорость распространения волны на площадке, по значениям которых можно вычислить другие характеристики грунта. По результатам измерений определены скорости продольных и поперечных волн ($C_p=345$ м/с, $C_s=202$ м/с), а также физико-механические свойства грунта площадки.

Прочностные характеристики железобетонных элементов конструкции здания. Прочность бетона в конструкциях определялась с помощью электронного измерителя прочности ИПС-МГ в соответствии с ГОСТом 22690-88 "Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля" и ГОСТу 18105-86 "Бетоны. Правила контроля прочности". По результатам испытаний определены класс бетона. Подробные результаты испытания прочности бетона в колоннах и ригелях каркаса приведены в отчете [5].

Определение соответствия здания нормам сейсмостойкого строительства. Сопоставлением параметров и фактических величин здания блока с предельными установленными нормами сейсмостойкого строительства [6] установлено, что длина блока не отвечает требованиям норм.

При анализе конструкции антисейсмических швов выявлено, что конструкция швов соответствует проекту. Проектное решение не соответствует требованиям норм [6] п. 3.1.3. «При сейсмичности площадки 8 баллов и выше не допускается совмещать антисейсмические швы с компенсацией перемещений, за счет зазора свободно лежащей пролетной конструкции смежных отсеков».

Проверочный расчет конструкции блока здания. На основе результатов обследования здания выполнены проверочные расчеты несущей способности конструкции второго блока на основное и особое сочетание нагрузок с учетом требований [6] при расчетной сейсмичности площадки строительства 8 и 9 баллов. Расчетная схема каркаса блока здания представлена на рисунке.



Поперечный (а) и продольный (б) разрез каркаса блока здания

Характеристика площадки строительства: нормативная снеговая нагрузка $S_0=0.5$ кПа; нормативный скоростной напор ветра $W_0=0.38$ кПа, тип местности – В; сейсмичность на границе – 8 и 9 баллов; класс ответственности здания – I, коэффициент надежности по назначению $\gamma_N=1.0$; категория ответственности здания – III; коэффициент ответственности $K_0=1.2$; коэффициент повторяемости землетрясений $KП=1.2/1.15$; категория грунта по сейсмическим свойствам – II; нормативная глубина промерзания грунта – 0.6 м; грунты основания – лёссовидные суглинки, 4.0 – 6.0 м от поверхности земли.

Выводы по результатам расчета:

1. Обеспечена жесткость здания на восприятие сейсмических воздействий, максимальные горизонтальные перемещения здания незначительно превышает предельно допустимое значение.

2. Не обеспечена несущая способность железобетонных колонн каркаса 1- и 2-го этажей, так как не достаточно армирования: требуется усиление колонн 1- и 2-го этажей. Обеспечена несущая способность колонн 3-го этажа, усиления не требуется.

3. Рекомендуется усиление колонн выполнить устройством железобетонной обоймы, соединенной по высоте планками, с последующим обетонированием и доведением сечения до 400×400 мм.

4. Обеспечена при повторном расчете каркаса с учетом усиления колонн указанным способом прочность конструкции.

3. Обеспечена несущая способность железобетонных ригелей каркаса, усиления ригелей не требуется.

4. Обеспечена несущая способность грунта основания фундамента.

5. При реконструкции не допускается увеличение доли постоянных нагрузок против принятых в расчетах: на перекрытие (с учетом собственного веса плиты) – 420 кгс/м² в помещениях и 650 кгс/м² – в коридорах; на покрытие – 600 кгс/м².

При устройстве перегородок и полов рекомендуется применять облегченные материалы. Верхние слои старой кровли необходимо разобрать до слоя утеплителя.

Проведенные исследования по оценке сейсмостойкости зданий в соответствии с требованиями ныне действующих норм показали степень уязвимости их при возможных сильных землетрясениях. Как показывают результаты инструментально-расчетных исследований, для обеспечения сейсмической безопасности построенных зданий по старым нормам необходимо произвести детальные обследования с последующим усилением строительных конструкций. Применение конструктивных мероприятий по усилению зданий значительно уменьшают возможные ущербы при ожидаемых сильных землетрясениях. При этом основным показателем служит качество работ, выполняемых по усилению конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Отчеты о НИР: П-8.18, ИМиСС АН РУз, 2005. – 327 с.; А-5-046. ИМиСС АН РУз, 2008. – 214 с.; ФА-А16-Ф042. ИМиСС АН РУз, 2011. – 130 с.
- [2] ПСП 101-51. Положение по строительству в сейсмических районах. 1951.
- [3] СН-8-57. Нормы и правила строительства в сейсмических районах, Госстройиздат, 1957.
- [4] СНиП II-A.12-62. Строительство в сейсмических районах. Госстройиздат, 1963.

- [5] Отчет о НИР по проекту: А14-ФА-Ф055, ИМ и СС АН РУз, 2014. – 224 с.
- [6] КМК 2.01.03-96 Строительство в сейсмических районах. Госкомархитектстрой РУз. Ташкент: Изд. им. Ибн Сино, 1996.
- [7] Сагдиев Х.С., Саидий С.А., Ахмедов М.А., Тешабоев З.Р. Оценка сейсмостойкости типовых кирпичных зданий, построенных в 1950 – 1960 годах // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2012. № 4. С. 40 – 44.
- [8] Сагдиев Х.С., Руми Д.Ф., Саидий С.А. Исследование сейсмостойкости четырехэтажного кирпичного здания с использованием пространственной модели // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2014. № 3 – 4. С. 86 – 89.
- [9] СНиП II-A. 12-69. Строительство в сейсмических районах. Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1970.

Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз

Дата поступления
30.06.2015

Х.С. Сагдиев, З.Р. Тешабоев, А.Ш. Хабибуллин. Эски қурилиш меъёрлари ва қондалари бўйича қурилган биноларни сейсмик мустаҳкамлиги

Мақолада қурилишнинг турли меъёрий талаблари бўйича 1950 – 1980 йилларда қурилган биноларни сейсмик мустаҳкамлигини баҳолашнинг инструментал - ҳисоблаш натижалари келтирилган. Тадқиқот натижалари биноларни ҳажмий-режа ва конструктив ечимлари ҳамда қурилиш майдонининг сейсмик ҳолатига боғлиқ ҳолда қурилиш конструкцияларини мустаҳкамлигини таъминлаш бўйича конструктив тадбирлар ишлаб чиқиш зарурлигини кўрсатди.

Kh. S. Sagdiev, Z.R. Teshaboev, A.Sh. Khabibullin. Seismic stable conditions of buildings constructed by old seismic codes

Results of instrumental and calculated estimation of seismic stability of buildings constructed at 1950-80th by different seismic codes are described in this issue. The necessity for development of structural measures by strengthening of buildings depend different planning solutions and local seismicity are shown results of these investigations.

УДК 627

М.Р. БАКИЕВ, С.Э. ШУКУРОВА

О ПОЛОЖЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИ ОДНОРОДНЫХ ЗОН В ПОТОКЕ, СИММЕТРИЧНО СТЕСНЕННОГО КОМБИНИРОВАННЫМИ ДАМБАМИ СО СТУПЕНЧАТОЙ ЗАСТРОЙКОЙ

Для повышения эффективности защиты берегов рек и недопущения обхода потока с корня сквозную часть комбинированных дамб выполняют со ступенчатой застройкой по длине [1]. При этом дамба будет состоять из глухой и сквозных частей. Коэффициенты застройки сквозных частей $P_1, P_2, \dots, P_i$ уменьшаются к оголовку сооружения. Здесь $P_i = d/(d + S) - d, S$ – диаметр и шаг элемента сквозной части. Как и следовало ожидать, такая застройка приводит к значительному переформированию потока за сооружением.

Характерная схема потока симметрично стесненного комбинированными дамбами со сквозной частью ступенчатой застройки, полученная авторами в результате экспериментальных исследования, показана на рисунке.

Как видно из полученной схемы, за створом стеснения формируются области сжатия между створами 0 – 0 и С – С, методика расчета которых приведена далее. В пределах этой области происходит дальнейшее плановое и вертикальное сжатие транзитного потока. За сжатым сечением происходит расширение потока.

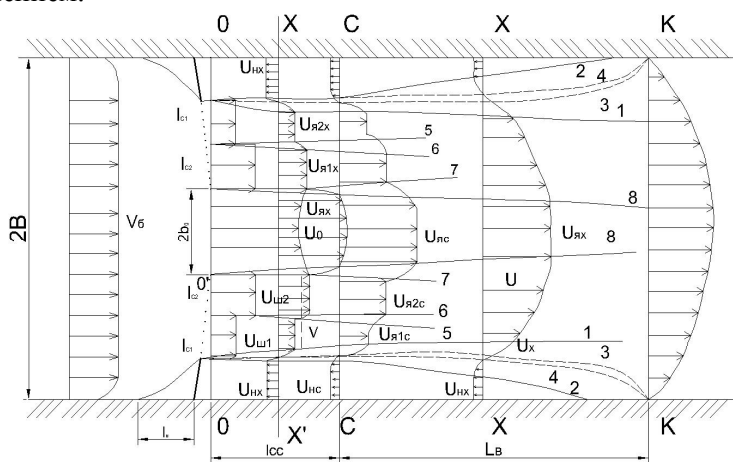


Схема растекания потока симметрично стесненного комбинированными дамбами со ступенчатой застройкой (начальный участок)

Для обеих областей характерно наличие слабовозмущенного ядра между $0'-8$ и 6 зон (по три с каждой стороны) интенсивного турбулентного перемешивания (для случая, когда имеем двухступенчатую застройку сквозной части), при трехступенчатой застройке их будет $8 - 4$ с каждой стороны от оси потока.

Первая зона перемешивания между лучами $0''-8$ и $0''-7$ и характеризует взаимодействия между слабовозмущенным ядром и зоной спутного потока U_{u2} . Вторая зона турбулентного перемешивания расположена между лучами $0''-5$ и $0''-6$ и характеризует взаимодействие между двумя спутными потоками U_{u2} и U_{u1} . Третья зона турбулентного перемешивания расположена между лучами $0'-1$ и $0'-2$ и характеризует взаимодействие транзитного потока и водоворотной зоны. В области сжатия границы третьей зоны криволинейны в плане.

Как известно из теории турбулентных струй [2], в общем случае при наличии спутных течений

$$b = k_c x, \quad (1)$$

где $k_c = c \frac{1 - m_i}{1 + m_i}$.

В нашем случае $m_1 = \frac{U_{u2}}{U_0}$; $m_2 = \frac{U_{u1}}{U_{u2}}$.

Здесь x – абсцисса сечения, в которой определяется b ; c – коэффициент пропорциональности; U_0 – скорость в нестесненной части потока.

Как видно из формул, в общем случае закон изменения ширины зоны интенсивного турбулентного перемешивания зависит от соотношения скоростей в спутных потоках в створе стеснения.

Из теории турбулентных струй [2] известно, что при увеличении m_i от 0 до 0.34 коэффициент пропорциональности c уменьшается, а при дальнейшем увеличении m_i остается постоянным. В нашем случае m_i всегда больше 0.25, так что можно принимать линейный закон нарастания ширины зоны турбулентного перемешивания.

Степень стеснения потока комбинированными дамбами практически может быть доведена до единицы.

Для обеспечения симметричного растекания степень стеснения глухой частью не должна превышать $n_c \leq 0.2$. В противном случае наблюдается несимметричное растекание потока даже при симметричном стеснении потока.

В связи с этим при стеснении потока комбинированной дамбой рассматривается:

- а) начальный участок (при малых n и P_i);
- б) основной участок (при больших n и P_i).

Длина начального участка определяется по зависимости

$$\frac{x_n}{x_0} = \frac{x_n}{b_0} = \frac{1 + m_i}{c(1 - m_i)(0.416 + 0.134m_i)}. \quad (2)$$

Следует также заметить, что из условия создания искусственных русел может существовать как одностороннее, так и двустороннее стеснение, а также симметричное и несимметричное. Поэтому в дальнейшем предусматривается решение задачи для всех перечисленных расчетных схем. Здесь дается решение задачи для случая двустороннего симметричного стеснения потока.

Следует отметить, что ширина второй зоны интенсивного турбулентного перемешивания может полностью исчезнуть при близких $U_{u1}/U_{u2} \approx 1$ до сжатого сечения и в сжатом сечении С-С формируется единая зона турбулентного перемешивания.

Подтвердился и ранее установленный факт [3]: если $(l_{c1} + l_{c2})/l_c < 0.5$, также может формироваться единая зона интенсивного турбулентного перемешивания. Этому способствует и значительная турбулизация спутных потоков U_{u1} , U_{u2} при прохождении через сквозную часть дамбы.

За счет турбулентного обмена четкие границы $0'-7$, $0''-6$, $0''-5$ исчезают, но при этом взаимодействие этой зоны с водоворотной областью и слабовозмущенным ядром имеет место. Может

уществовать и переходная схема, когда все зоны могут существовать только в области сжатия, а в области растекания – единая зона турбулентного перемешивания.

При очень коротких $(l_{c1} + l_{c2})/l_o \ll 0.5$ работа комбинированной дамбы мало отличается от работы поперечной глухой дамбы и расчет их может выполняться по методике, разработанной М.Р. Бакиевым [4].

Для случая, когда существует единая зона турбулентного перемешивания $(l_{c1} + l_{c2})/l_o < 0.5$, плановые границы качественно подчиняются ранее полученным зависимостям [3], отличаясь от них количественно:

1) Граница между слабовозмущенным ядром и зоной турбулентного перемешивания луч $8(Y_8)$ в области сжатия

$$\bar{Y}_8 = 1 - (1 - \varepsilon K_1) \left[\frac{x_1}{l_{cc} - (l_{c1} + l_{c2}) \cos \alpha_o} \right]^{1/3}, \quad (3)$$

где x_1 – отсчитывается от головы дамбы $\bar{Y}_8 = Y_8 / b_0$; $\varepsilon = b_m / b_0$; $K_1 = b_{яс} / b_0$; l_{cc} – длина области сжатия.

В области растекания положения луча Y_8 линейно и определяется по зависимости $\bar{Y}_8 = K_1 \zeta$, где $K_1 = 0.14$; $\zeta = x_c / b_0$, а x отсчитывается от сжатого сечения.

2) Внешние границы зоны турбулентного перемешивания Y_2 в области сжатия практически не меняются, и остается

$$\bar{Y}_2 = \text{const} = b_0 + (l_{c1} + l_{c2}) \sin \alpha_o = 1 + (l_{c1} + l_{c2}) \sin \alpha_o. \quad (4)$$

В области растекания

$$\bar{Y}_2 = K \zeta_2, \quad (5)$$

где $K = 0.15$; $\zeta_2 = x_2 / b_o$, а x_2 отсчитывается от сжатого сечения.

3) Граница транзитного потока в области сжатия

$$\bar{Y}_2 = 1 - (1 - \varepsilon) \left(\frac{x_2}{l_{cc}} \right)^{1/3}. \quad (6)$$

4) Ширина зоны интенсивного турбулентного перемешивания:
в области сжатия

$$\bar{b} = (\bar{l}_{c1} + \bar{l}_{c2}) + (1 - \varepsilon K_{я}) \left[\frac{\zeta_1}{l_{cc} - (l_{c1} + l_{c2}) \cos \alpha_o} \right]^{1/3}, \quad (7)$$

в сжатом сечении

$$\bar{b}_c = (\bar{l}_{c1} + \bar{l}_{c2}) + (1 - \varepsilon K_{я}), \quad (8)$$

в области растекания

$$\bar{b} = \bar{Y}_2 - \bar{Y}_8 = K_1 \zeta + K_2 \zeta = (K_1 + K_2) \zeta - 1 = (0.14 + 0.15) \zeta = 0.29 \zeta. \quad (9)$$

Обычно в теории турбулентных струй $K = K_1 + K_2 = 0.11 + 0.16 = 0.27$.

Сравнивая, можно прийти к выводу о том, что турбулизация потока сохраняется на достаточной длине и это способствует более интенсивному расширению потока.

При этом коэффициент угла расширения луча θ' – 8 $K=0.14$ против $K=0.11$ для турбулентных струй, а луч θ' – 2 $K=0.15$ меньше, чем в теории турбулентных струй, где $K=0.16$.

Это говорит о некотором увеличении длины области растекания за комбинированными дамбами по сравнению с обычными глухими дамбами.

Для второго случая, когда $(l_{c1} + l_{c2})/l_o > 0.5$, приходим к схеме (рисунок):

1) Граница между слабовозмущенным ядром со скоростью $U_{я}$ и первой зоной интенсивного турбулентного перемешивания

$$Y_8 = b_0 - K_1 x \quad (10)$$

или $\bar{Y}_8 = 1 - K_1 \zeta$ где $K_1 = 0.07$.

2) Положение луча θ'' -7 находим

$$\bar{Y}_7 = 1 + 0.05 \zeta \quad (11)$$

3) Ширина первой зоны перемешивания

$$b = 0.12x \text{ или } \bar{b} = 0.12 \zeta \quad (12)$$

4) Положение луча θ'' -6

$$Y_6 = b_0 + l_{c2} \sin \alpha_\delta - Kx, \text{ где } K = 0.08 \quad (13)$$

5) Положение луча θ'' -5

$$Y_5 = b_0 + l_{c2} \sin \alpha_\delta + Kx, \text{ где } K = 0.10 \quad (14)$$

6) Ширина второй зоны турбулентного перемешивания

$$b_2 = Y_5 - Y_6 = b_0 + l_{c2} \sin \alpha_\delta + 0.1x - b_0 - l_{c2} \sin \alpha_\delta + 0.08x = 0.18x \quad (15)$$

7) Положение луча θ' -1 в области сжатия определяется зависимостью

$$Y_1 = b_0 + (l_{c1} + l_{c2}) \sin \alpha_\delta - 0.26(1 - \varepsilon K_8) \left(\frac{x_2}{l_{cc}} \right)^{1/3} \quad (16)$$

в области растекания

$$Y_1 = Kx, \text{ где } K = 0.14 \quad (17)$$

8) Положение луча θ' -2 в области сжатия

$$Y_2 = \text{const} = b_0 + (l_{c1} + l_{c2}) \sin \alpha_\delta \quad (18)$$

в области растекания $Y_2 = Kx$, где $K = 0.15$.

9) Ширина третьей зоны турбулентного перемешивания в области сжатия

$$\bar{b}_3 = \bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 0.26(1 - \varepsilon K_8) \left(\frac{\zeta_2}{l_{cc}} \right)^{1/3} \quad (19)$$

10) Граница между транзитным потоком и водоворотной зоной в области сжатия

$$Y_3 = b_0 + (l_{c1} + l_{c2}) \cos \alpha_\delta - (1 - \varepsilon) \left(\frac{x_2}{l_{cc}} \right)^{1/3} \quad (20)$$

Входящие в вышеприведенные зависимости значения коэффициентов планового сжатия и относительной ширины ядра определяются по ранее предложенным зависимостям с учетом стеснения по площади

$$\varepsilon = \frac{b_{mp}}{[b_0 + (l_{c1} + l_{c2}) \sin \alpha_\delta]} = 0.80 - 0.26n_w + 0.18\theta \quad (21)$$

$$K_\pi = \frac{b_{яс}}{b_{mp}} = 0.87 - 0.47n_w + 0.19\theta \quad (22)$$

где $n_w = \frac{W}{W_\pi} = \frac{[l_\pi + d(N_1 + N_2 + N_i)] \sin \alpha_\delta}{B}$ – стеснение по площади; $\theta = \left(1 - \frac{\alpha_\delta}{180^\circ} \right)$ – угол установки дамбы в радианах.

Длина верховой водоворотной зоны равна

$$\frac{\bar{l}_6}{l_2 \sin \alpha_0} = 3.13 + 2.71n_w + 1.7Fr - 1.28\theta, \quad (23)$$

где $Fr = U_0^2 / gh_0$ – число Фруда бытового потока.

Длина области сжатия определяется по зависимости

$$\frac{l_{cc}}{[l_2 + (\bar{l}_{c1} + \bar{l}_{c2}) \sin \alpha_0]} = 0.77 + 0.818n_w - 0.685\theta. \quad (24)$$

Глубина воды в сжатом сечении определяется по зависимости

$$z = \frac{\alpha_c \left\{ \frac{Q}{\varepsilon [b_0 + (l_{c1} + l_{c2}) \sin \alpha_0] h_c} \right\}^2 + h_l - \frac{\alpha_{66} \left(\frac{Q}{Bh_0} \right)^2}{2g}}{2g}, \quad (25)$$

где z – величина перепада между створами начала верховой водоворотной зоны и сжатым сечением; $\alpha_c = 1.07$; $\alpha_{66} = 1.1$ – коррективы кинетической энергии; h_c – потери напора на трение по длине, которые определяются по обычной методике; h_0 – глубина воды в сжатом сечении.

Задача решается с постепенным приближением, задаваясь $h_c = h_0$ и находим z . Величину подпора z_p находят по графику [3, 4]. При этом глубина воды в верхнем бьефе $H_1 = h_0 + z_p$, а в сжатом сечении $h_c = H_1 - z$. По вычисленным значениям H_1 и h_c расчет повторяют во втором приближении.

Зная положение гидравлически однородных зон, можно выполнить расчет скоростного поля потока, деформированного комбинированными дамбами.

Согласно приведенной схеме растекания (см. рисунок):

1. Симметричное стеснение потока комбинированными дамбами со ступенчатой застройкой приводит к значительной неравномерности распределения поля скоростей за створом стеснения.
2. Увеличение степени стеснения потока глухой частью $n_2 > 0.2$ приводит к несимметричному растеканию потока.
3. Поля скоростей схожи с распространением спутных турбулентных струй, как это принято в теории турбулентных струй, что дает право на использование основных положений, в частности, схем деления потока на гидравлические однородные зоны.
4. Границы зон зависят от соотношения скоростей спутных потоков, коэффициента планового сжатия ε , относительной ширины ядра K_j . На границе с водоворотной зоной она криволинейна, а в остальных – прямолинейна.
5. Коэффициенты планового сжатия ε , относительная ширина ядра K_j и длина области сжатия l_{cc} зависят от степени стеснения по площади n_w и угла установки дамб α_0 .
6. Длина верховой водоворотной зоны увеличивается с увеличением n_w , Fr и α_0 .
7. Методика расчета поля скоростей будет дана в следующих публикациях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алтунин С. Т. Регулирование русел. М.: Сельхозиздат, 1962. – 351 с.
- [2] Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй. М., 1960. – 716 с.
- [3] Кодиров О. Совершенствование конструкций и разработка метода гидравлического расчета комбинированных дамб: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 1991.
- [4] Бакиев М. Р. Закономерности растекания потока за глухой и сквозной шпорой: Автореф. дис. канд. техн. наук. Ташкент, 1974.

Ташкентский институт ирригации и мелиорации

Дата поступления
30.04.2015

M.R. Bakiev, S.E. Shukurova. State of the hydraulically homogeneous zones in the flow symmetrically constrained dams combined with stepped buildings

The article with the basic provisions of the theory of turbulent jet flow at the division circuit hydraulically homogeneous core zone of intense turbulent mixing wake flow reverse currents are offered depending on the experimental to establish the boundaries of these zones, which are then used in the calculation of the velocity field.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ
ЛЁССОВИДНЫХ СУПЕСЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ
НАГРУЗКИ**

Лёссовые породы часто разделяют на типичные лёссы и лёссовидные грунты. Типичный лёссовый грунт – это однородный и мощный слой лёсса, созданный только из эоловой пыли путем почвообразовательных процессов, идущих одновременно с ее накоплением, и характеризующийся просадочностью от собственного веса или от незначительных внешних нагрузок при увлажнении.

Исследование несущей способности и деформаций железнодорожного земляного полотна убедительно свидетельствует о решающей роли вибродинамического воздействия от проходящих поездов.

В соответствии с планом развития скоростного и высокоскоростного движения в Республике Узбекистан к 2020 г. намечено открытие скоростного движения поездов на линии Самарканд – Бухара и др. Изучение особенностей геологического строения этих участков показывает, что 50 – 60 % их длины представлено насыпями, сложенными лёссовидными супесями.

Абсолютно не ясно, как поведет себя лёссовидная супесь, уложенная в тело земляного полотна, при повышенном вибродинамическом воздействии. Таким образом, актуальным вопросом является прогнозирование несущей способности и деформативности земляного полотна из лёссовидных супесей при скоростном движении поездов. Это дает основание для разработки конструктивных решений насыпей, возведенных в таких условиях. Для решения поставленной задачи необходимо оценить влияние вибродинамической нагрузки на прочностные и деформативные свойства лёссовидной супеси, в частности на сцепление, угол внутреннего трения и модуль общей деформации. Все это определяет необходимость проведения ряда лабораторных экспериментов, результаты которых приведены в данной работе.

Для проведения исследования прочностных и деформационных свойств лёссовидной супеси были отобраны образцы грунтов на скоростном железнодорожном участке Боявут – Янги Янгиер в Республике Узбекистан. Земляное полотно представлено насыпью высотой 2.2 м, отсыпанной лёссовидной супесью. Образцы лёссовидной супеси отбирались монолитами ненарушенного сложения в соответствии с [1]. Физико-механические характеристики этих образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные физические свойства лёссовидной супеси

№	Показатель	Супесь
1	Плотность грунта ρ , г/см ³	2.15 – 2.20
2	Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	2.7
3	Естественная влажность грунта W_e , %	13.3*
4	Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³	1.86 – 1.87
5	Влажность на границе текучести W_L , %	19*
6	Влажность на границе раскатывания W_p , %	13*
7	Число пластичности I_p	6*
8	Фактический коэффициент уплотнения	0.99 – 1.02

* – усредненное значение по результатам серий экспериментов.

Фактический коэффициент уплотнения определен по методу стандартного уплотнения в соответствии с [2]. Из табл. 1 видно, что грунт является лёссовидной супесью в полутвердом состоянии, и обладает высокой плотностью сложения.

Существуют различные методики испытаний для определения прочностных и деформативных характеристик: компрессионные и стабилметрические. Компрессионные испытания не отображают реальную работу грунта в натурных условиях, поскольку проводятся в условиях невозможного бокового расширения. Стабилметрический метод дает более точно смоделировать напряженное состояние грунтов земляного полотна. Исходя из этого, исследования выполнялись в вибростабилометре ЛИИЖТа, который создает сложное вибродинамическое воздействие на образец грунта в условиях трехосного напряженного состояния.

Вибродинамическая нагрузка в камере стабилметра моделировалась изменением гидравлических давлений от 0.3 до 0.9 кгс/см².

Для лёссовидной супеси при скоростях до 200 км/ч на уровне основной площадки земляного полотна он составляет от 250 до 500 мкм при изменении частоты от 1 до 200 Гц в зависимости от состояния верхнего строения пути, земляного полотна и его основания [3, 4]. В связи с этим максимальная вибродинамическая нагрузка в камере стабилметра была принята на уровне 500 мкм.

Прочностные и деформативные свойства лёссовидной супеси были определены в соответствии с действующими требованиями к испытаниям [5].

Результаты исследований прочностных характеристик лёссовидной супеси представлены в табл. 2. Как установлено, относительное снижение прочностных характеристик лёссовидной супеси под влиянием вибродинамического воздействия существенно зависит от влажности грунта. Лёссовидные супеси в твердой консистенции мало чувствительны к вибродинамической нагрузке. Коэффициент снижения сцепления составляет всего 7 % и соответственно коэффициент снижения угла внутреннего трения – 6 % при действии максимальной вибродинамической нагрузки.

Таблица 2

Прочностные характеристики лёссовидной супеси при действии статической и вибродинамической нагрузки

Консистенция J_L	Влажность W , %	Статика		Динамика		Относительное снижение удельного сцепления K_c	Относительное снижение угла внутреннего трения K_ϕ
		сцепления c , кг/см ²	угол внутреннего трения ϕ , град	сцепления c , кг/см ²	угол внутреннего трения ϕ , град		
<0	13	0.163	32	0.151	30	0.07	0.06
0.14	15	0.152	31	0.125	28	0.17	0.10
0.43	17	0.142	29	0.102	24	0.28	0.17
0.71	19	0.139	22	0.12	19	0.14	0.14

С увеличением влажности до 15 %, что соответствует пластичной консистенции, коэффициент снижения сцепления и коэффициент снижения угла внутреннего трения грунта увеличиваются и составляют соответственно 17 и 10 %.

Максимальная чувствительность лёссовидной супеси к вибродинамической нагрузке достигается в пластичном состоянии. При этой консистенции коэффициент снижения сцепления составляет 28 %, а коэффициент снижения угла внутреннего трения – 17 % при действии максимальной вибродинамической нагрузки.

Результаты исследований деформативных характеристик в зависимости от показателя консистенции грунта представлены на рис. 1.

Анализ графиков (см. рис. 1.) показывает, что во всех испытаниях значения модуля деформации, получаемые при динамических условиях, оказались ниже, чем при статических испытаниях, однако, разница между этими величинами при разной консистенции неодинакова. При консистенции – 0.2, т.е. твердой консистенции, она составляет 12 %, при показателе консистенции

0 – до 38 %, при консистенции 0.1 – 45 %, а при показателе консистенции 0.3 – 68 %. С последующим увеличением влажности эта разница уменьшается.

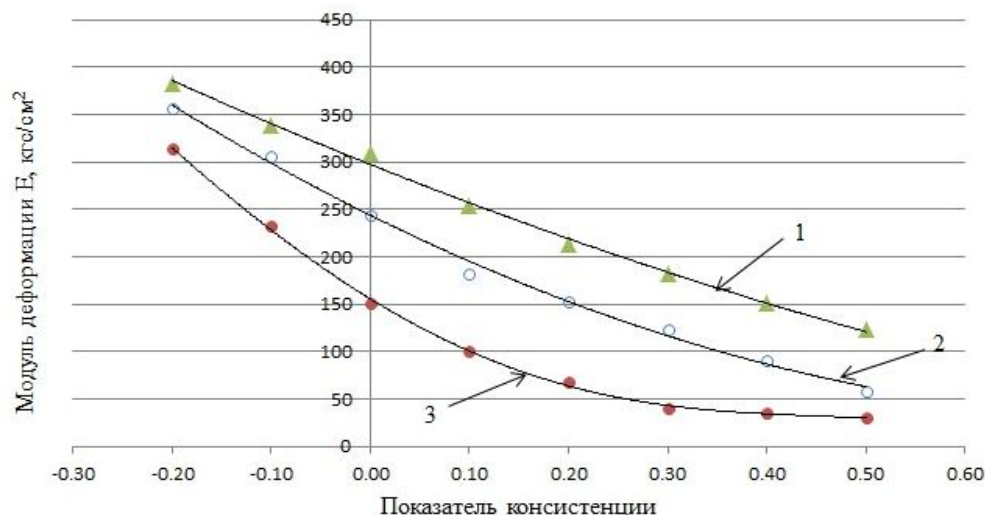


Рис. 1 Изменение модуля деформации лёссовидной супеси в зависимости от показателя консистенции I_L : 1 – статические компрессионные испытания; 2 – усредненные значения статических испытаний при боковом давлении 0.08; 0.06; 0.04 МПа. 3 – усредненные значения вибродинамических испытаний при боковом давлении 0.08; 0.06; 0.04 МПа

Это обуславливается тем, что слабые водонасыщенные грунты обладают настолько низкими статическими деформативными характеристиками, что влияние вибродинамических нагрузок при высокой влажности незначительно.

Из рис. 1 видно, что при испытании без возможности бокового расширения (компрессия) модуль деформации значительно превышает значения, полученные с возможностью частичного бокового расширения.

На рис. 2 представлены результаты относительного снижения модуля деформации лёссовидной супеси, а также данные по изменению K_E , полученные И.В. Прокудиным, В.П. Великотным и др. для тяжелой пылеватой супеси и жирной глины.

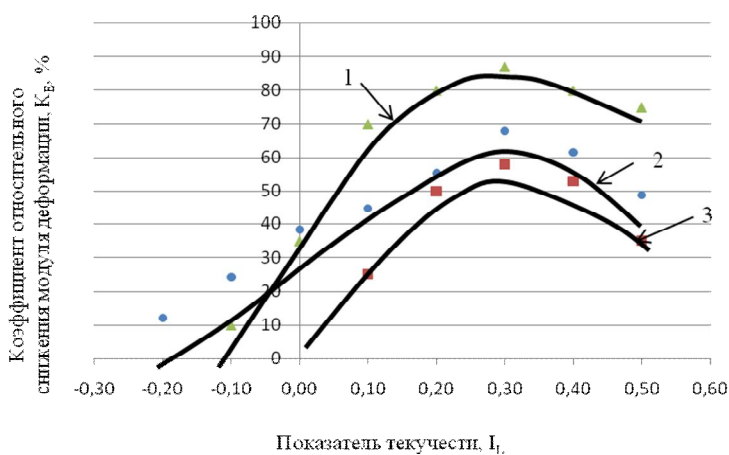


Рис. 2. Изменение коэффициента относительного снижения модуля деформации K_E в зависимости от консистенции: 1 – супесь тяжелая пылеватая; 2 – лёссовидная супесь; 3 – глина жирная

Зависимость $K_E=f(I_L)$, представленная на рис. 2 (кривая 2), показывает, что наибольшее влияние вибродинамическая нагрузка на E оказывает при консистенции от 0.2 до 0.4, а максимальный уровень коэффициента относительного снижения модуля деформации приходится к показателю консистенции 0.3 (пластичная консистенция) и составляет 68 %. Для тяжелой пылеватой супеси и жирной глины самый высокий уровень коэффициента относительного снижения приходится на консистенцию 0.3 и составляет соответственно 87 и 58 %. Последующее увеличение

влажности $I_L > 0.4$ несущественно сказывается на снижении модуля деформации при действии вибродинамической нагрузки.

По нормативным документам грунты, применяемые, в конструкции земляного полотна, ограничиваются показателем консистенции 0.5, а для высоких насыпей до 12 м – показателем консистенции до 0.25. Лёссовидная супесь максимально снижает свои деформативные характеристики именно в пластичном состоянии. Таким образом, те грунты, из которых отсыпается земляное полотно, подвержены наибольшему влиянию вибродинамической нагрузки. Это еще раз доказывает, что при возведении железнодорожного земляного полотна лёссовидными супесями нужно учитывать влияние вибродинамического воздействия.

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод, что увеличение влажности лёссовидной супеси земляного полотна приведет к резкому уменьшению сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации. При этом, очевидно, что вибродинамическое воздействие еще больше увеличивает это снижение, особенно при пластичном состоянии. По результатам экспериментальных исследований установлено, что максимальное значение коэффициента относительного снижения сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации лёссовидной супеси достигается при показателе консистенции 0.3 и составляет соответственно 28, 17 и 68 %. Приведенные факты еще раз наглядно подтверждают необходимость учета действия вибродинамической нагрузки для прогнозирования несущей способности и деформативности земляного полотна из лёссовидных супесей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Колос А.Ф., Абдукаримов А.М. Методика расчета амплитуд колебаний грунтов земляного полотна, отсыпанного лёссовидными грунтами // Известия ПГУПС. 2011. № 1. С. 71 – 78.
- [2] Мирсалихов З.Э. Особенности распространения колебаний в земляном полотне железнодорожного пути, сооружаемого из лёссовидных грунтов в Республике Узбекистан в условиях скоростного движения поездов // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. 2012. № 3. URL: <http://ivdon.ru/magazine/latest/n3y2012/1010/>.
- [3] ГОСТ 22733 – 2002. Грунты. Методы лабораторного определения максимальной плотности. М., 2002.
- [4] ГОСТ 12071-2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. М., 2000.
- [5] ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М., 1996.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

А.М. Абдукаримов, З.Э. Мирсалихов. Лёссимон супесларни вибродинамик кучлари таъсирида мустахкамлик ва деформативлик хусусиятларини тадқиқ қилиш

Учўқли сиқилиш шароитида лёссимон супесларни вибродинамик юклар таъсиридаги мустахкамлик ва деформацияланувчанлик хусусиятларининг қийматларини аниқлаш бўйича тадқиқот натижалари келтирилган. Лёссимон супесларнинг ички шиқаланиш бурчаги, тиркалиши ва деформация модулининг экспериментал қийматлари, шунингдек вибродинамик юкларининг таъсирини нисбий камайиш коэффициентларининг қийматлари келтирилган.

A.M. Abduraimov, Z.E. Mirsalikhov. Investigation of strength and deformation properties of loess loam under vibrodynamic loading

The results of the study of strength and deformation characteristics loess-like loam under the influence vibrodynamic load under triaxial compression. The experimental values of the cohesion, the angle of internal friction and modulus of deformation, as well as their relative values decrease when exposed vibrodynamic load.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ЧАСТИЦ ВОЗДУХА ВБЛИЗИ ВАГОНОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ СКОРОСТНОГО ПОЕЗДА В РАВНИННОЙ МЕСТНОСТИ

В настоящее время маршрутная скорость высокоскоростных поездов приближается к отметке 300 – 350 км/ч. Максимальная скорость высокоскоростных поездов, находящихся в постоянной эксплуатации, достигает 380 – 400 км/ч. Рекорд скорости в системе «рель-колесо» составляет 574.8 км/ч.

Все более актуальным для высокоскоростного движения поездов становится исследование их аэродинамического воздействия на людей, объекты инфраструктуры железной дороги, находящиеся вблизи проходящего поезда.

Обеспечение безопасности пассажиров и бесперебойности движения высокоскоростных пассажирских поездов достигается применением научно обоснованных норм проектирования объектов инфраструктуры железной дороги.

Введение высокоскоростного движения пассажирских поездов на участке Ташкент – Самарканд и дальнейшее расширение полигона скоростного движения поездов требуют совершенствования отдельных разделов используемых в настоящее время в нашей стране норм проектирования скоростных и высокоскоростных железных дорог [1 – 3]. Это, прежде всего, касается установления (нормирования) минимально допустимого расстояния расположения отдельных объектов инфраструктуры железных дорог от оси скоростной железной дороги.

Для установления местоположения (определения минимально допустимого расстояния расположения) постоянных устройств и сооружений скоростных железных дорог проведены теоретические исследования распространения поля скоростей вокруг скоростного поезда. Высокоскоростной поезд можно представить в виде схемы, приведенной на рис. 1.

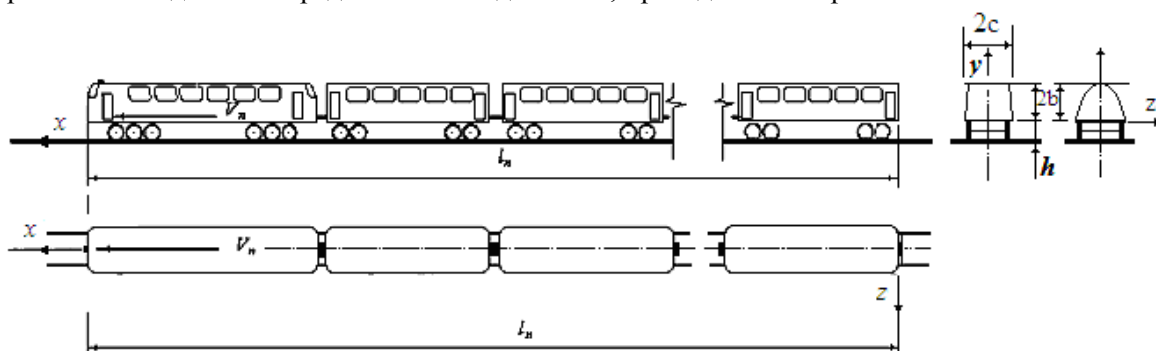


Рис. 1. Реальная схема поезда

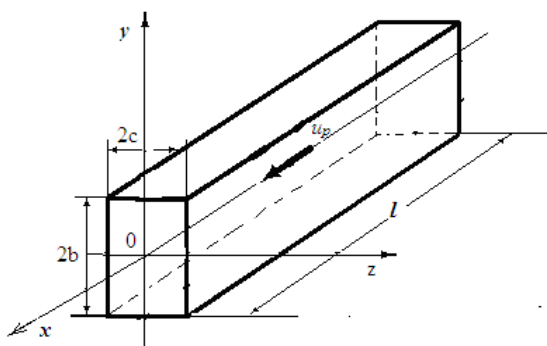


Рис. 2. Расчетная схема поезда

На данном этапе исследований для сохранения геометрического подобия высокоскоростной поезд представим в виде пластины прямоугольного сечения шириной $2c$, высотой $2b$, длиной l (рис. 2). Рассмотрим задачу движения в трехмерном пространстве данной пластины. Для упрощения задачи исследуем процесс движения скоростного поезда в равнинной местности.

В конечном итоге задача сводится к определению в некой точке N с координатами (x, y, z) скорости завихрения u , вызванного движе-

нием высокоскоростного поезда со скоростью u_p .

Характер завихрений воздушного потока, образуемых вдоль, под и за движущимся ско-

ростным поездом, установлен подсчетом числа Рейнольдса R_e по следующей формуле:

$$R_e = \frac{u_p l}{\nu},$$

где ν – коэффициент вязкости воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$.

Предполагая, что скорость движения высокоскоростного электропоезда изменяется в пределах $V=161 - 250$ км/ч, длина электропоезда, состоящего из восьми вагонов и двух головных локомотивов, $l=200$ м, коэффициент вязкости воздуха при температуре окружающей среды $+40^\circ\text{C}$ составляет $\nu=1.4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, $R_e=(6.4 - 9.9) \cdot 10^8$.

В пределах указанного диапазона скорости и длины электропоезда данную задачу можно решить для турбулентного течения, предполагая, что при движении скоростного или высокоскоростного пассажирского электропоезда образуется турбулентный след

При свободной турбулентной струе распределения используем метод эквивалентной задачи теплопроводности [4], согласно которому составляющее по направлению движения поезда скоростное давление $V^2 = \rho u^2$ (плотность воздуха в возмущенной области движения) удовлетворяет следующему уравнению:

$$\frac{\partial V^2}{\partial \xi} = \frac{\partial^2 V^2}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 V^2}{\partial \zeta^2}, \quad (1)$$

где $\xi=\xi(x)$ – продольная координата фиктивного пространства, в котором имеет место уравнение (1).

Задача трехмерной струи сводится к отысканию опытной связи между физическим и фиктивным пространством. Взяв из эксперимента (например, на зависимости скоростного давления, ρu^2 на оси струи от расстояния) эту связь, остальные две координаты η и ζ следует принять в первом приближении совпадающими соответственно с координатами y и z .

Уравнение (1) имеет решение в виде следующего интеграла:

$$V^2 / V_p^2 = \int \int_{-\infty-\infty}^{+\infty+\infty} f(\eta, \zeta) e^{-\frac{(y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2}{4\xi}} d\eta d\zeta, \quad (2)$$

где $V_p^2 = \rho_0 u_p^2$ (плотность невозмущенного воздуха); $f(\eta, \zeta)$ – функция, характеризующая распределение скоростного давления при $\xi=0$.

Рассмотрим случай представления функции $f(\eta, \zeta)$ в виде [4]

$$f(\eta, \zeta)=1 \quad \text{при} \quad -b < \eta < b, \quad -c < \zeta < c,$$

$$f(\eta, \zeta) \rightarrow 0 \quad \text{при} \quad \eta \rightarrow \infty, \quad \zeta \rightarrow \infty.$$

Тогда имеем:

$$\bar{V}^2(x, y, z) = \frac{V^2}{V_p^2} = \frac{1}{4} \left[\operatorname{erf}\left(\frac{y+b}{2\sqrt{\xi}}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{y-b}{2\sqrt{\xi}}\right) \right] \left[\operatorname{erf}\left(\frac{z+l}{2\sqrt{\xi}}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{z-l}{2\sqrt{\xi}}\right) \right]. \quad (3)$$

Пусть из эксперимента известна толщина пограничного слоя $\delta=\delta(x)$ при фиксированном значении переменной $z = z_0$. Принимаем в качестве переменной $\xi(x)$ квадрат толщины пограничного слоя, т.е. полагаем $\xi=\delta^2(x)$. Тогда выражение (3) устанавливает распределение скоростного напора в плоскости (x, y) при фиксированных значениях координаты z

$$\bar{V}^2(x, y, z) = \frac{1}{4} \left[\operatorname{erf}\left(\frac{y+b}{2\delta(x)}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{y-b}{2\delta(x)}\right) \right] \left[\operatorname{erf}\left(\frac{z+c}{2\delta(x)}\right) - \operatorname{erf}\left(\frac{z-c}{2\delta(x)}\right) \right]. \quad (4)$$

При нахождении решения уравнения (1) не учтено граничное условие на поверхности земли, где выполняется условие непроницаемости

$$\frac{\partial \bar{V}_n}{\partial y} = 0 \quad \text{при } y = h. \quad (5)$$

Для удовлетворения этого условия применим метод отражения, согласно которому решение уравнения (1) представим в виде $\bar{V}_n = \bar{V}(x, y - 2h, z) + \bar{V}(x, 2h - y, z)$.

Тогда можно легко установить выполнение условия (5).

Вычислим производные функций $\bar{V}(x, y - 2h, z)$ и $\bar{V}(x, 2h - y, z)$ при $y=h$:

$$\frac{\partial \bar{V}(x, -h, z)}{\partial y} = \frac{g(x, z)}{4\delta(x)\sqrt{\pi}} \frac{\exp\left[\frac{b-h}{2\delta(x)}\right] - \exp\left[-\frac{b+h}{2\delta(x)}\right]}{\sqrt{\operatorname{erf}\left[\frac{b-h}{2\delta(x)}\right] - \operatorname{erf}\left[-\frac{b+h}{2\delta(x)}\right]}},$$

$$\frac{\partial \bar{V}(x, h, z)}{\partial y} = \frac{g(x, z)}{4\delta(x)\sqrt{\pi}} \frac{-\exp\left[\frac{b-h}{2\delta(x)}\right] + \exp\left[-\frac{b+h}{2\delta(x)}\right]}{\sqrt{\operatorname{erf}\left[\frac{b+h}{2\delta(x)}\right] - \operatorname{erf}\left[-\frac{b-h}{2\delta(x)}\right]}}, \quad g(x, z) = \sqrt{\operatorname{erf}\left[\frac{z+c}{2\delta(x)}\right] - \operatorname{erf}\left[\frac{z-c}{2\delta(x)}\right]}.$$

Учитывая равенства $\operatorname{erf}(-\zeta) = -\operatorname{erf}(\zeta)$, получим

$$\frac{\partial \bar{V}_n(x, h, z)}{\partial y} = \frac{\partial \bar{V}(x, -h, z)}{\partial y} + \frac{\partial \bar{V}(x, h, z)}{\partial y} = 0.$$

Выберем зависимость толщины пограничного слоя от координаты x по формуле [5]

$$\delta = 0.37x \left(\frac{V_p x}{\nu} \right)^{-\frac{1}{5}}.$$

На рис. 3 представлены кривые распределения относительной скорости V/V_p по длине поезда $z_0=0$ при различных значениях переменной y . В расчетах принято: $\rho=\rho_0$ (несжимаемая жидкость), $b=c=2$ м, $h=1$ м, $\nu=1.4 \cdot 10^{-5}$ м²/с, $V_p=250$ км/ч.

Из анализа кривых следует, что максимальная скорость частиц воздуха достигается на крыше первого вагона и далее с приближением к хвостовым вагонам их скорость падает приблизительно по экспоненциальному закону от расстояния. Скорость частиц воздуха на дне вагонов как по высоте (по переменной), так и по длине (по переменной x) меняется незначительно.

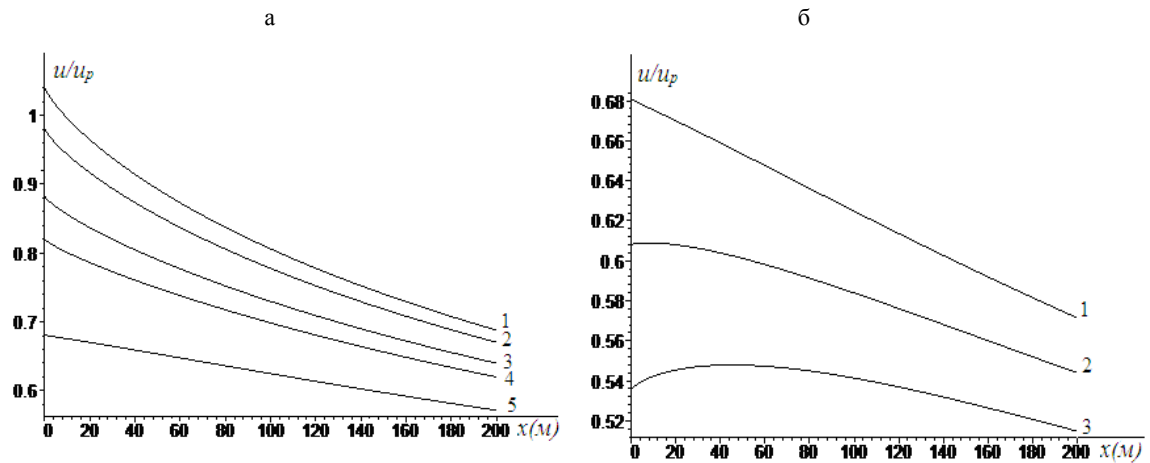


Рис. 3. Кривые распределения относительной скорости воздуха u/u_p по длине вагона при $z_0=0$ и различных значениях ординаты y (м): а – над крышей вагонов: 1 – $y=2$; 2 – $y=3.5$; 3 – $y=4.5$; 4 – $y=5$; 5 – $y=6$; б – на дне вагонов:

1 – $y=-2$; 2 – $y=-2.5$; 3 – $y=-3$

На рис. 4 показаны аналогичные кривые на различных расстояниях от боковой части вагонов, где видно, что с удалением от нее скорости частиц воздуха, находящихся вблизи крыши по длине вагона на уровне крыши вагонов, сначала уменьшаются ($x < 120$ м) и далее с удалением от нее практически остаются постоянными (рис. 4, а). С удалением от боковой части вагонов скорости частиц по длине вагона сначала увеличиваются (рис. 4, б) и далее остаются постоянными.

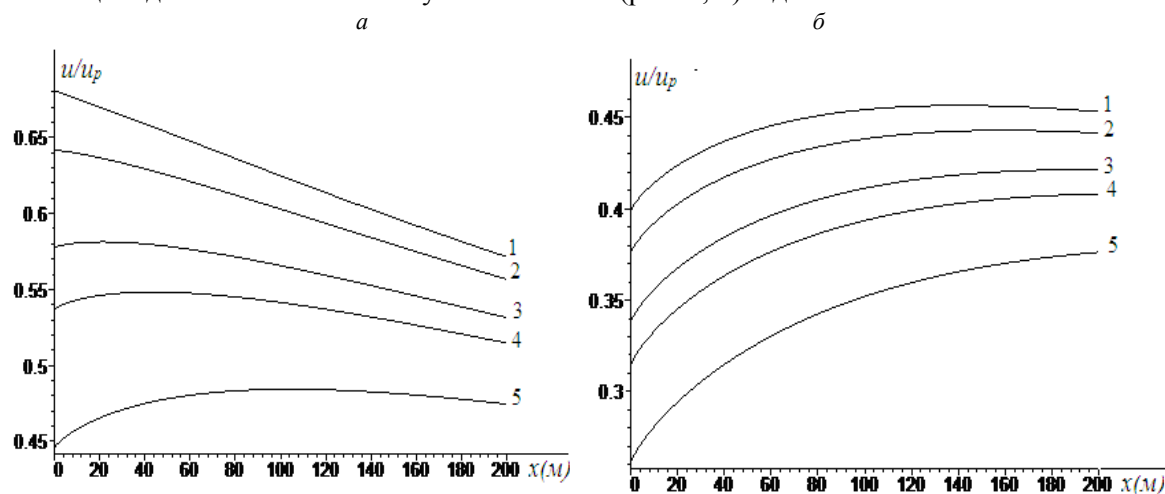


Рис. 4. Кривые распределения относительной скорости воздуха u/u_p по длине вагона при $z_0=4$ м (а), $z_0=6$ м (б) и различных значениях ординаты y (м): 1 – $y=2$; 2 – $y=3.5$; 3 – $y=4.5$; 4 – $y=5$; 5 – $y=6$

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Курилиш меъёрлари ва қоидалари. ҚМҚ 2.01.05-96 «Железные дороги колеи 1520 мм», Тошкент, Ўзбекистон республикаси давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси, 1998.
- [2] ВСН-448. Ведомственные технические указания. Инфраструктура высокоскоростной железной линии Ташкент-Самарканд. Общие технические требования. Ташкент, ГАЖК, 2010. – 61 с.
- [3] ВСН-450. Ведомственные технические указания по проектированию и строительству. Железные дороги колеи 1520 мм. Ташкент: ГАЖК, 2010. – 48с.
- [4] В у л и с Л. А. , К а ш к а р о в В. П. . Теория струй вязкой жидкости. М.: Наука, 1965. – 422 с.
- [5] Ш л и х т и н г Г. . Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974. – 712 с.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

С.Т. Джаббаров. Ясси текисликда ҳаракатланаётган юқори теликдаги поезд вагонлари яқинида ҳаво заррачалари тезлиги майдонини тадқиқ этиши. Мақолада юқори тезликли йўловчи поездининг ясси текисликда ҳаракатланаётганда унинг атрофида содир бўладиган жараёнлар, ҳаво оқимини тезлигини тақсимланишини аниқлаш бўйича ўтказилган назарий тадқиқотлари натижалари келтирилган.

S.T. Jabbarov. Investigation of velocity field of air particles near carriages the high-speed trains when driving on the plains. The article presents the results of theoretical studies to determine the distribution of the flow rate of air generated by moving along the high-speed passenger train in the process of movement on flat terrain.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПАССИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЧЕРДАЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА

При разработке конструктивных решений ограждающих конструкций, способствующих сокращению эксплуатационных расходов энергии в зданиях, специалисты сталкиваются с проблемой эффективной оценки предлагаемых вариантов. Использование для этих целей натурных экспериментов оказывается достаточно сложным и из-за невозможности манипулировать климатическими факторами и из-за технических проблем с созданием самого ограждения, не говоря уже о ряде проблем экспериментального характера. В связи с этим для указанных целей незаменимым является метод математического моделирования, который и был нами использован для доказательства эффективности применения пассивного охлаждения чердачных помещений для зданий с экономным расходом энергии.

Рассматривая механизм пассивного охлаждения чердачного помещения в условиях сухого жаркого климата (в качестве устройства пассивного охлаждения использовалась кювета с водой, размещенная в чердачном помещении), нами были изучены стационарный и нестационарный режимы тепло- и массообмена при испарении [1, 2]. В результате показано, что с достаточной точностью для рассматриваемой задачи механизма пассивного охлаждения чердачного помещения достаточно ограничиться стационарным приближением. Рассмотрим алгоритм численного расчета понижения температуры чердачного помещения с использованием пассивного охлаждения, ориентированный на условия стационарного режима.

Запишем уравнение баланса количества теплоты для системы «вода – воздух – ограждение»

$$Q_{воз} + Q_{вод} + Q_{огр} = 0, \quad (1)$$

где

$$Q_{воз} = c_{воз} \cdot m_{воз} \cdot (t_{воз} - \Theta), \quad (2)$$

$$Q_{вод} = c_{вод} \cdot m_{вод} \cdot (\Theta - t_{вод}), \quad (3)$$

$$Q_{огр} = Q_{кр} + 4 \cdot Q_{ст} + Q_{пер} = c_{кр} \cdot m_{кр} \cdot (t_{кр} - \Theta) + 4 \cdot c_{ст} \cdot m_{ст} \cdot (t_{ст} - \Theta) + c_{пер} \cdot m_{пер} \cdot (t_{пер} - \Theta). \quad (4)$$

В (2) – (4) $c_{воз}$, $m_{воз}$, $t_{воз}$ – соответственно удельная теплоемкость воздуха (Дж/кг·°C), масса (кг) и температура воздуха чердачного помещения. Те же характеристики для воды («вод»), кровли («кр»), стен («ст») и перекрытия («пер»).

В результате теплообмена в процессе испарения воды из кюветы между составляющими системы установится равновесие с равновесной температурой Θ . Подставляя в (1) выражения (2), (3) и (4), найдем Θ , равным

$$\Theta = \frac{c_{воз} m_{воз} t_{воз} + c_{вод} m_{вод} t_{вод} + 4c_{ст} m_{ст} t_{ст} + c_{кр} m_{кр} t_{кр} + c_{пер} m_{пер} t_{пер}}{c_{воз} m_{воз} + c_{вод} m_{вод} + 4c_{ст} m_{ст} + c_{кр} m_{кр} + c_{пер} m_{пер}}. \quad (5)$$

Составим уравнение теплового баланса:

$$cGt_n + \alpha_g^{пер} F_{пер} (\Theta - t_{комн}) = cG\Theta + \alpha_g^{кр} F_{кр} (t_n - \Theta), \quad (6)$$

где $\alpha_g^{пер}$ – коэффициент теплопередачи перекрытия; $F_{пер}$ – площадь поверхности перекрытия; $\alpha_g^{кр}$ – коэффициент теплопередачи кровли; $F_{кр}$ – площадь поверхности кровли; t_n – температура наружного воздуха; G – расход воздуха в чердачном помещении, кг/ч, равный

$$G = Fv\rho \cdot 3600. \quad (7)$$

Здесь v – скорость воздуха, м/с; ρ – его плотность, кг/м³.

Зная равновесную температуру Θ , определим температуру внутреннего воздуха верхнего этажа здания $t_{комн}$.

$$t_{\text{комн}} = \frac{\Theta(\alpha_6^{\text{неп}} F_{\text{неп}} + \alpha_6^{\text{кр}} F_{\text{кр}} + cG) - (\alpha_6^{\text{кр}} F_{\text{кр}} t_n + cG)}{\alpha_6^{\text{неп}} F_{\text{неп}}}. \quad (8)$$

Без учета ветрового давления*, а лишь с учетом гравитационного давления $\Delta P_{\text{зр}}$ (Па),

$$\Delta P_{\text{зр}} = h \cdot g (\rho_n - \rho_\Theta), \quad (9)$$

где h – расстояние между приточным и вытяжным отверстием шахты (рис. 1); g – ускорение свободного падения, м/с²; ρ_n, ρ_Θ – плотности наружного воздуха и воздуха в чердачном помещении соответственно. Выражение для расхода воздуха можно записать в виде уравнения, связывающего площади приточных и вытяжных отверстий и их расположение относительно друг друга. Для этого, принимая во внимание лишь гравитационное давление, запишем последнее в виде

$$\Delta P_{\text{зр}} = \zeta_{\text{пр}} \frac{v_{\text{пр}}^2}{2} \rho_n \zeta_{\text{выт}} + \frac{v_{\text{выт}}^2}{2} \rho_\Theta. \quad (10)$$

Здесь $\zeta_{\text{пр}}, \zeta_{\text{выт}}$ – коэффициент сопротивления соответственно приточного и вытяжного отверстий; $v_{\text{пр}}, v_{\text{выт}}$ – скорость воздуха в приточном и вытяжном отверстиях. С учетом (7) после несложных преобразований, принимая $G = G_{\text{пр}} = G_{\text{уд}}$ ($G_{\text{пр}}$ – расход приточного воздуха, $G_{\text{уд}}$ – расход удаленного воздуха), получим

$$\Delta P_{\text{зр}} = \left(\zeta_{\text{пр}} \frac{1}{F_{\text{пр}}^2 \rho_n} + \zeta_{\text{выт}} \frac{1}{F_{\text{выт}}^2 \rho_\Theta} \right) \cdot G^2, \quad (11)$$

где $F_{\text{пр}}^2, F_{\text{выт}}^2$ – соответственно площади приточного и вытяжного отверстий, м².

Окончательно расход воздуха G с учетом (11) и температур наружного $T_n = t_n + 273.15$ и чердачного $T_\Theta = 273.15 + \Theta$ воздуха, согласно [3], определится из выражения

$$G = \left(\frac{\Delta P_{\text{зр}}}{\zeta_{\text{пр}} \left(\frac{F_{\text{пр}}^2}{4} \right)^2 \times \frac{1}{T_n} + 4 \zeta_{\text{выт}} d^4 \times \frac{353}{T_\Theta}} \right)^{1/2} \times 3600, \quad (12)$$

где d – диаметр вытяжной трубы с зонтом, м (см. рис. 1).

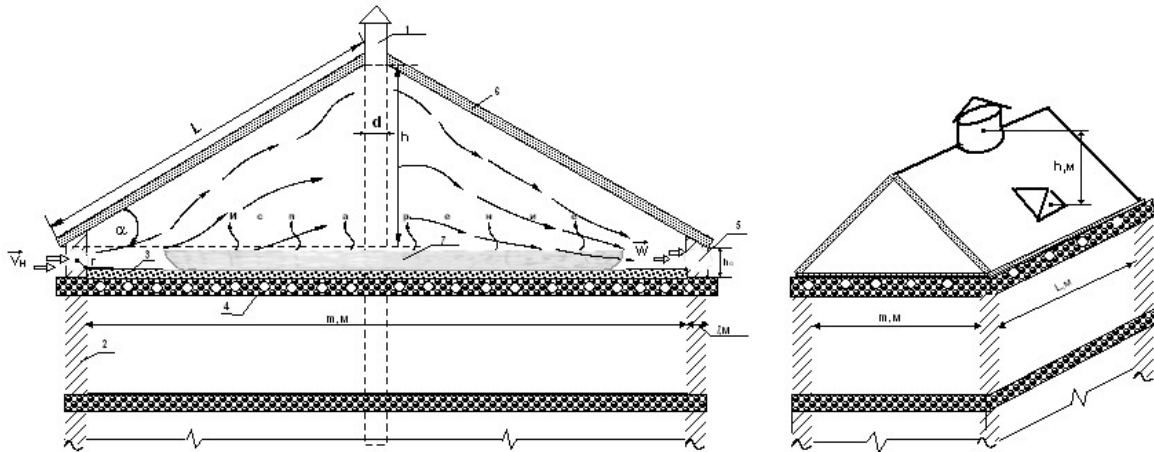


Рис. 1. Схема чердачного пространства жилого дома: 1 – вентиляционный воздуховод; 2 – наружная стена (бетон); 3 – слой утеплителя (керамзит); 4 – плита перекрытия над жилыми помещениями (железобетон); 5 – сквозное отверстие; 6 – скатная кровля (поверхность из листового железа); 7 – кювета с водой; $\vec{V}$ – вектор

* Неучет ветрового давления лишь несколько увеличивает время достижения равновесной температуры Θ , но никак не влияет на ее значение, однако, значительно упрощает запись уравнения теплового баланса.

Таким образом, алгоритм расчета температуры внутреннего воздуха в жаркий период года в скорости наружного воздуха; $\vec{W}$ – вектор скорости внутреннего воздуха; α – угол наклона кровли в квартирах верхнего этажа здания, который сводится к последовательному вычислению температуры внутреннего воздуха чердачного помещения (ЧП) с учетом конструктивного решения покрытия, включающего повышенную отражательную способность материала кровли и пассивное охлаждение, расчета гравитационного давления, расхода воздуха через приточные и вытяжные отверстия, заданных геометрических параметров.

В соответствии с вышеописанным алгоритмом на рис. 2 приведены расчеты температуры внутреннего воздуха чердачного помещения с учетом нанесения покрытия с высокой отражательной способностью и с учетом совместного действия такого покрытия и пассивного охлаждения, а также расчеты комнатной температуры воздуха на верхних этажах здания.

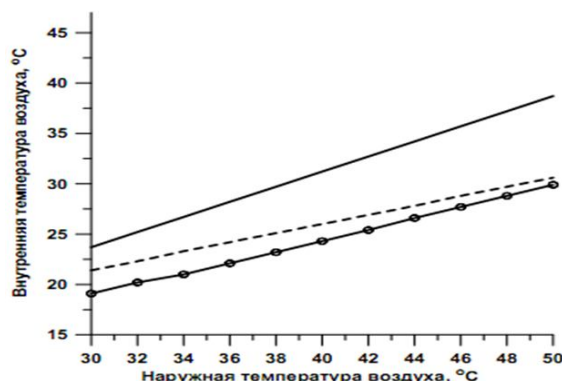


Рис. 2. Внутренняя температура ЧП с учетом применения отражательного покрытия ограждающих конструкций (ОК), пассивного охлаждения и комнатная температура на верхнем этаже здания, примыкающего к чердаку:
 — — температура ЧП с использованием покрытия ОК; - - - - - равновесная температура в ЧП с покрытием;
 ○-○-○ — температура в комнате верхнего этажа здания

Как видно из рис. 2, вклад в снижение температуры в жаркий период года (в диапазоне наружных температур от +30 до +50°C) в ЧП за счет покрытия ограждающих конструкций, увеличивающих их отражательную способность, и пассивного охлаждения, примерно, одинаков. Совместное использование покрытий с отражательной способностью и пассивного охлаждения посредством кюветы с водой, действительно, позволяет приблизить температуру внутреннего воздуха в квартирах верхнего этажа зданий к комфортной. Такое техническое решение конструкции крыши гражданского здания позволит снизить энергозатраты на кондиционирование воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Щипачева Е. В., Рахимова Н. Б. Тепло- массообменные процессы при пассивном охлаждении чердачного помещения в условиях жаркого климата (ч. 1) // Архитектура. Строительство. Дизайн. 2015. № 1 – 2. С. 42 – 46.
- [2] Щипачева Е. В., Рахимова Н. Б. Тепло - массообменные процессы при пассивном охлаждении чердачного помещения в условиях жаркого климата (ч. 2) // Архитектура. Строительство. Дизайн. 2015. № 3. С. 28 – 33.
- [3] Строй А. Ф. Управление тепловым режимом зданий и сооружений. Киев: Высшая школа, 1993. – 153 с.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

N.B. Rakhimova. Modeling of passive cooling processes of attics in energy and eco friendly civic buildings in dry hot climate conditions.

It is offered the method of numerical calculation for lowering the attic's temperature using passive cooling aimed at steady state conditions.

Н.Б. Рахимова. Қуруқ иссиқ иқлим шаароитида энерготехамкор фуқоро биоларининг том ости хоналарида пассив совутиш жараёнарини моделилаштириш.

Стационар бўлган шаароитини ҳисобга олган ҳолда пассив совутиш усулини қўллаб биоларнинг том ости қисмидаги ҳароратни пасайтиришининг сонли ечими таклиф қилиш.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДОВ РАСЧЕТА БОКОВЫХ РАМ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

На сегодняшний день существует более пяти базовых моделей тележек грузовых вагонов [1], а также множество их модификаций. Это приводит к наличию разных конструкций ответственных несущих элементов тележек: пружин, скользунов, буксовых узлов, литых надрессорных балок и боковых рам.

Из всех перечисленных узлов литые боковые рамы являются наиболее сложными и ответственными изделиями, отказ которых в движении может привести к крушению вагона. По сравнению с базовой конструкцией боковой рамы тележки модели 18 – 100 все последующие модели и модификации литых боковых рам имеют усиленные конструкции. Усиление боковых рам вызвано введением дополнительных ребер жесткости в опасных сечениях, увеличением толщины тел, радиусов сопряжений элементов рам, моментов сопротивлений сечений и др.

Реализованные технические решения по увеличению прочности литых боковых рам, совместно с улучшенной динамикой новых тележек, позволяют увеличить коэффициент запаса усталостной прочности боковых рам. Однако повышенная прочность боковых рам часто приводит к увеличению их номинальной массы. На рис. 1 приведена масса боковых рам различных моделей тележек грузовых вагонов с осевой нагрузкой 23,5 тс. Экспериментальные значения коэффициентов запаса n усталостной прочности, показанные на рис. 1, определены по [2] в испытательных центрах ОАО «ВНИИЖТ» и ОАО «НВЦ «Вагоны».

Следовательно, номинальная масса боковых рам может различаться на 46 кг (см. рис.1). Наибольшая разница по массе боковых рам составляет 112 кг, наименьшая – 20 кг, с учетом полей допусков. Коэффициент запаса усталостной прочности n литых боковых рам также различен (см. рис. 1) и не коррелирует с массой.

По массе и коэффициенту запаса усталостной прочности наиболее эффективной конструкцией обладает боковая рама по чертежу 4536-07.00.02.001 (см. рис. 1).

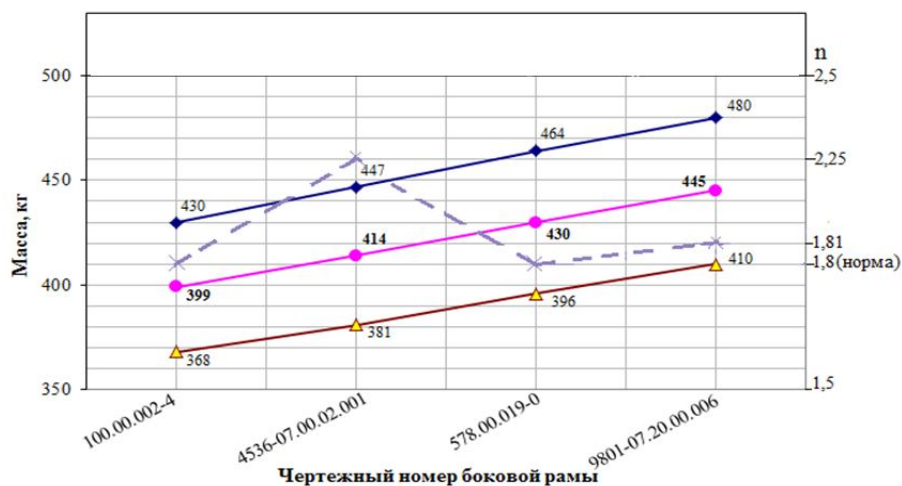


Рис. 1. Масса и коэффициент запаса n усталостной прочности боковых рам тележек грузовых вагонов с осевой нагрузкой 23,5 тс: — — максимально допустимая масса; — — минимально допустимая масса; — — коэффициент запаса усталостной прочности; — — номинальная масса

Выделим опасные сечения, в которых вероятны появления усталостных трещин (рис. 2). Обозначим поперечные и продольные сечения боковой рамы типовой конструкции для расчета осевых моментов инерций.

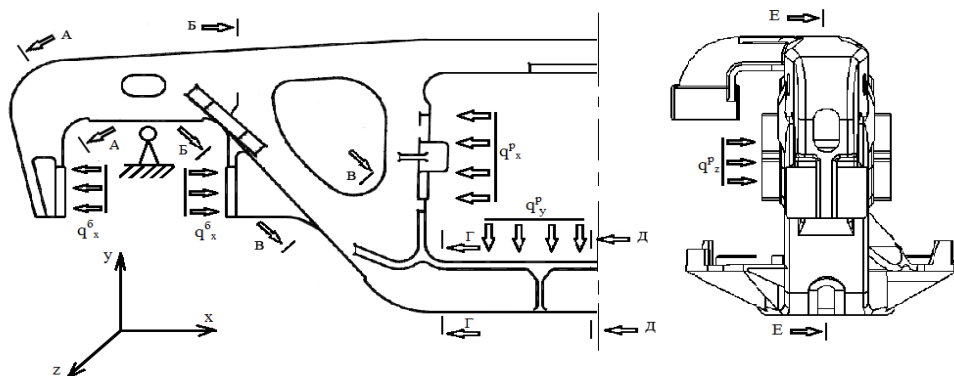


Рис. 2. Обозначение опасных сечений в типовой боковой раме и нагрузок, действующих в эксплуатации

На рис. 3 приведены результаты расчетов осевых моментов инерций в опасных сечениях боковых рам четырех конструкций. Как установлено, осевые моменты инерций относительно оси z в сечении $Б$ (см. рис. 2) выше у боковой рамы по чертежу 4536.07.00.02.001, т.е. сопротивляемость боковой рамы в этом сечении действию вертикальных нагрузок намного выше, чем у аналогов. Отметим также близость значений осевых моментов относительно осей z и y . Следовательно, сечение $Б$ боковой рамы по чертежу 4536.07.00.02.001 равно прочно в вертикальном и поперечном направлении приложения нагрузок (см. рис. 2). В сечениях $А$, $В$ и $Г$ сохраняется близость моментов инерций относительно осей z и y . Другие конструкции боковых рам не имеют таких геометрических характеристик рассматриваемых сечений (см. рис. 3).

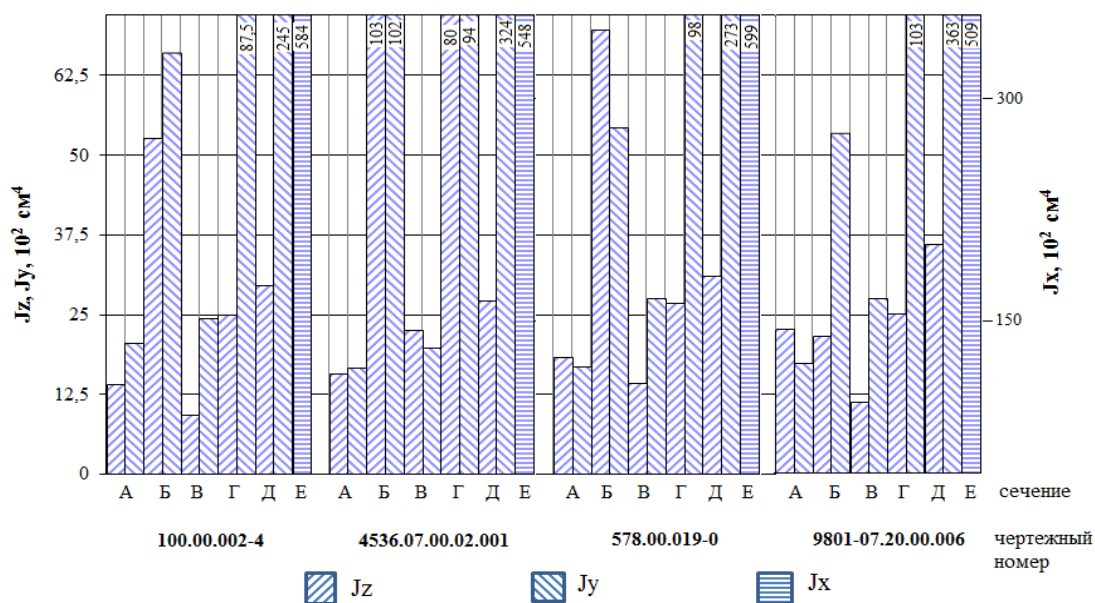


Рис. 3. Значения осевых моментов инерций боковых рам тележек с осевой нагрузкой 23.5 тс (значения для сечений $Г$, $Д$ и $Е$ указаны на диаграмме)

Форсированные стендовые усталостные испытания боковых рам по чертежу 4536.07.00.02.001, проведенные в ОАО «ВНИИЖТ», показали, что большинство рам сломалось в сечениях $Г$ и $Д$ (см. рис. 2). Это не удивительно, так как моменты инерции относительно оси z в этих сечениях ниже, чем в сечении $Б$ (угол буксового проема).

Результаты, приведенные на рис. 3, могут служить опорой при разработке боковых рам новых конструкций.

Другим результатом анализа является то, что рассматриваемые конструкции боковых рам имеют статическую определимость в сечениях $А$ и $Б$ (см. рис. 2), т.е. развитие усталостных трещин в этих сечениях приведет к отказу всей боковой рамы. Этот вывод подтверждается многочислен-

ными сходами вагонов при движении, широко освещенными в периодических изданиях, по причине усталостных трещин в сечении *Б*, и форсированными стендовыми усталостными испытаниями в лабораториях по [2].

В сечениях *В*, *Г* и *Д* (см. рис. 2) зарождение усталостных трещин приведет к перераспределению напряжений на верхний и наклонный пояс боковой рамы, и ее внезапного отказа не произойдет. Это подтверждается результатами форсированных стендовых усталостных испытаний боковых рам, согласно [2], проведенных в ИЦ ОАО «НВЦ «Вагоны». Так, при сквозной усталостной трещине в сечении *В* боковая рама продолжала сохранять несущую способность. Прохождение сквозной усталостной трещины на половину поперечного сечения *Г* (см. рис. 2) также не привело к отказу боковой рамы. Схожие результаты получены для сечения *Д*.

Технологические отклонения и погрешности, допущенные во время производства боковых рам, используемая сталь, условия эксплуатации, климатические условия, качество диагностики и ремонта в депо могут повысить риск отказов боковых рам в эксплуатации. Поэтому одним из основных направлений по качественному повышению безопасности эксплуатации литых боковых рам тележек грузовых вагонов является достижение статической неопределимости в сечениях *А*, *Б*.

Кроме того, существуют погрешности в прочностных расчетах боковых рам, заложенные на стадии проектирования.

Например, расчет прочности боковых рам выполняется по [3], а изготовление и сдача боковых рам на производстве – по [4]. В литой боковой раме, при сдаче службе ОТК, допускается снижение на 20 % всех механических свойств [4], в том числе предела текучести от нормативных значений в [3]. Недостатком является то, что в расчетах по [3] вероятное снижение предела текучести не учитывается.

Результаты экспериментального определения механических свойств из новых литых боковых рам, проведенные в ОАО «НПК «УВЗ» в 2005 – 2007 гг., показали наличие боковых рам с пониженными на 20 % механическими свойствами. Прочностной расчет боковых рам тележек моделей 18-100, 18-578 и 18-9801 с понижением допускаемых напряжений на разрешенные [4] 20 %, выполненный в ПГУПС, согласно [3], показал превышение расчетных напряжений над допускаемыми.

Отметим, что для расчета прочности боковых рам используется детерминированный подход, по результатам которого принимается решение о соответствии боковой рамы нормативным требованиям по прочности. Детерминированный подход подразумевает расчет боковой рамы с номинальными размерами и массой. При этом в чертежах имеются поля допусков, например по массе (см. рис. 1), т.е. боковую раму допускается производить с минимальными толщинами стенок и массой, при этом на прочность с минимальными толщинами боковая рама не рассчитывается. Расчет боковой рамы тележки 18-100 с минимальными толщинами стенок по чертежу, выполненный в ПГУПС, показал, что эквивалентные напряжения были выше на 10 – 15 % по сравнению с боковой рамой в номинале.

Более того, существует неблагоприятная разнотолщинность стенок в опасных сечениях боковых рам в пределах допусков, влияние которой на прочность не учитывается. Эксперименты, проведенные в ОАО «НПК «УВЗ» в 2003 – 2007 гг., показали, что разнотолщинность более 3 мм в местах усталостных разрушений литых боковых рам и надрессорных балок приводит к снижению сопротивления усталости.

В расчетах прочности боковых рам не учитываются деградация механических свойств с учетом циклической наработки [5] за срок службы, влияние низких температур на снижение механических свойств, наличие внутренних литейных дефектов, живучесть при зарождении и развитии усталостных трещин в опасных сечениях, не выполняется расчет на усталость с учетом реального спектра нагрузок на железной дороге и др. В [3] заложены некоторые универсальные коэффициенты для приблизительного учета перечисленных факторов. Однако, как показывает статистика изломов боковых рам в эксплуатации, этого недостаточно. Поскольку концепция проектирования литых боковых рам качественно не меняется, то может быть полезным использование опыта передовых зарубежных транспортных компаний-производителей.

Проводимые в последние 5 – 8 лет мероприятия по повышению надежности эксплуатации литых боковых рам связаны с ужесточением требований к наличию литейных дефектов в опасных зонах, исключением человеческого фактора при изготовлении и неразрушающем контроле, сокращением сроков межремонтных пробегов с последующей диагностикой боковых рам, обяза-

тельным контролем ударной вязкости стали с острым надрезом при минус 60°C и др. Учитывая ежегодные объемы производства литых боковых рам, такие мероприятия зачастую приводят к повышенному браку на заводах-изготовителях. Следствием этого является высокая цена годных боковых рам, вероятность попадания бракованной детали в сеть железных дорог.

Однако даже в идеальной литой боковой раме любой из рассмотренных в данной статье конструкции может зародиться усталостная трещина при движении вагона, например в сечениях *A* и *B* (см. рис. 2), что приведет к аварии. Поэтому для полного исключения падения на путь разрушенной боковой рамы необходимо создать как минимум однажды статически неопределимую конструкцию литой боковой рамы в каждом опасном сечении, т.е. ввести страховочные несущие элементы во всех опасных сечениях.

Как показали результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния различных факторов на прочность боковых рам, приведенные в настоящей статье, в типовых расчетах прочности, согласно действующим нормам, необходимо опираться на модель рамы с минимальными толщинами стенок по чертежу, учитывать 20 %-ное снижение механических свойств в натурной боковой раме, деградацию механических свойств стали за срок службы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Орлова А. М. Унификация тележек грузовых вагонов: проблемы и перспективы // Вагоны и вагонное хозяйство. 2010. № 3. С. 40 – 41.
- [2] Надрессорные балки и боковые рамы литые двухосных тележек грузовых вагонов колеи 1520 мм // Методика усталостных испытаний. ОАО «ВНИИЖТ» - ОАО «НИИ вагоностроения», 2010.
- [3] Нормы расчета и проектирования грузовых вагонов колеи 1520 мм. ГосНИИВ – ВНИИЖТ, М., 1996. – 319 с.
- [4] ОСТ 32.183 – 2001. Тележки двухосные грузовых вагонов колеи 1520 мм. Детали литые. Рама боковая и балка наддрессорная. Введ. 2002–01–04. М. 2002. – 23 с.
- [5] Mironov V. I., Yakushev A. V., Lukashuk O. A. The cyclic degradation of material in vehicle components // Russian engineering research. Vol. 32. 2012. № 5 – 6. P. 417 – 422.

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

Дата поступления
06.05.2015

Я.О. Рузметов. Юк вагонлари тележкалари ён рамаси конструкция тахлили ва хисоблаш усуллари

Ушбу мақолада юк вагонлари тележкаларининг қўйма ён рамаларини турли конструкциялари қўриб чиқилган, ён рамаларини мустахкамликка хисоблари методларининг камчиликлари аниқланган. Ён рамалари мустахкамлиги захирасини сезиларли даражада ошириш бўйича йўллари тақлиф этилган.

Ya. O. Ruzmetov. Analysis of the constructions and calculation methods of the side frames of the freight carriages

It was considered different constructions of the freight carriages and it was turned out drawbacks of the calculation methods of the side frames for strength. There were proposed the ways of remarkable increasing of the side frames strength sources.

УДК 699.841

Х.С. САГДИЕВ, С.А. САИДИЙ, М.А. АХМЕДОВ, З. Р. ТЕШАБОВЕВ

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ТИПОВЫХ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ В 1960 – 1970-е ГОДЫ

В последние десятилетия на планете существенно повысилась интенсивность нестационарного проявления сильных землетрясений. Мировой научно-технический потенциал не в силах не только предотвратить, но и предсказать точное время, место и силу происходящих на планете сильных землетрясений. В связи с этим в развитых странах разработан ряд научно-технических, управленческих и организационных принципов и мероприятий по защите от сейсмической опасности, которые способны в значительной степени уменьшить ущерб и потери от потенциальной сейсмической угрозы. Прежде всего, к ним следует отнести технологии сейсмостойкого строительства. В мире тенденция развития сейсмостойкости сооружений базируется на экспериментально-теоретических методах исследования и разработки рекомендаций по каждому типу объекта строительства.

Анализ последствий сильных землетрясений, повреждений и разрушений зданий и сооружений указывает на недостатки в существующей технологии сейсмостойкого строительства. В нормативных документах по строительству в сейсмических районах не учтены такие факторы, как: волновой характер воздействия сейсмических нагрузок; неоднородные свойства строительных материалов; нелинейные колебания элементов конструкции; пространственная работа и взаимовлияние элементов конструкции зданий и сооружений при землетрясениях и др.

Вопросы снижения возможного ущерба при сильных землетрясениях напрямую зависят от результатов оценки уязвимости существующих зданий и сооружений и обеспечения их достаточной прочностью с учетом их низкой сейсмостойкости по сравнению с реальной сейсмической опасностью. В связи с этим в рамках проекта А14-ФА-Ф055 проведены инструментально-расчетные исследования по оценке сейсмостойкости типовых кирпичных зданий, построенных в 1950 – 1960-е годы [1, 2].

В статье приведены результаты оценки технического состояния, объемно-планировочных и конструктивных решений и инструментально-расчетных исследований сейсмостойкости типовых зданий одной из школ, одного из детских садов и семейной поликлиники г. Ташкента, построенных в 1960 – 1970-е годы [3].

1. Результаты обследования зданий.

Здание школы построено в 1966 г. по типовому проекту У2-III-1 на 964 учащихся. Проект разработан для IV климатического района с сейсмичностью 8 баллов. В настоящее время, согласно действующей карте сейсмического микрорайонирования г. Ташкента, сейсмичность площадки школы также равна 8 баллам. Здание школы состоит из 4-этажного учебного корпуса со вспомогательным блоком, соединенных вестибюлем. Учебный корпус состоит из двух отсеков с размерами в осях 10.0×39.2 м и 10.0×36.8 м, разделенных антисейсмическим швом. Несущими стенами учебного корпуса являются продольные стены с расстоянием между ними 6.8 и 3.2 м. Высота этажа – 3.3 м. Для размещения инженерных коммуникаций имеется техническое подполье высотой 1.5 м. Фундаменты – ленточные, бетонные. Стены – кирпичные, продольные толщиной 510 мм на 1- и 2-ом этажах, а на остальных этажах – 380 мм. Поперечные стены имеют толщину 380 мм. Углы пересечения продольных стен с поперечными стенами усилены железобетонными сердечниками с сечением 400×400 мм. Перемычки – сборные железобетонные. Перегородки – кирпичные, керамзитобетонные. Перекрытия – сборные железобетонные многпустотные плиты, лестницы – сборные железобетонные.

В результате обследования не выявлены повреждения и дефекты в строительных конструкциях учебного корпуса. При этом установлены следующие особенности конструктивного решения здания: поперечные стены в коридоре соединены с продольной стеной монолитной железобетонной рамой. Сечение стойки – 400×400 мм, ригеля – 400×450 мм, карниз выполнен из кирпича путем постепенного выпуска рядов кладки с выносом на 25 – 30 см.

Двухэтажное кирпичное здание детского сада г. Ташкента построено в 1965 г. по типовому проекту У4-117-64. Проект разработан для IV климатического района с сейсмичностью 8 баллов. В настоящее время по сейсмическому микрорайонированию г. Ташкента сейсмичность площадки детского сада относится к 9-балльной зоне. Здание состоит из двух отсеков, имеющих прямоугольную форму в плане с размерами в осях 8.2×54.4 м и 12.6×13.6 м, соединенных вестибюлем. В первом отсеке размещены детские группы, во втором – администрация и музыкальный зал. Несущими стенами здания являются поперечные стены, расположенные с шагом 6.8 м. Высота этажа – 3.3 м. Фундаменты – ленточные, бетонные. Стены – кирпичные, толщиной 380 мм. Перемычки – сборные железобетонные. Перегородки – кирпичные. Перекрытия – сборные железобетонные многпустотные плиты. Лестницы – сборные железобетонные.

В результате обследования в кирпичных стенах, простенках и перегородках, плит перекрытиях и покрытиях здания детского сада не обнаружены повреждения и трещины, снижающие их несущую способность. Следует отметить, что в здании отсутствует внутренняя продольная стена и это является нарушением требования п. 3.5.6 КМК [4].

Трехэтажное кирпичное здание семейной поликлиники построено в 1965 г. Согласно карте сейсмического районирования территории г. Ташкента, проведенного в 1962 г., территория, на которой расположено здание, относится к 8-балльной зоне сейсмичности. В настоящее время сейсмичность площадки здания поликлиники относится к 9-балльной зоне. Здание состоит из двух отсеков, имеющих прямоугольную форму в плане с размерами в осях 12.6×60.4 м и 15.0×24.7 м,

разделенных антисейсмическим швом. Первый отсек со вторым соединен вестибюлем. Несущими стенами здания поликлиники являются поперечные стены с расстоянием между ними 6.0 и 3.2 м. Высота этажа – 3.3 м. Конструкция вестибюля выполнена из железобетонного каркаса. Сечение стойки на первом этаже – 500×500 мм, на втором – 500×400 мм, а на третьем – 450×450 мм, ригеля на первом этаже – 400×500 мм, на остальных этажах – 400×450 мм. Внутренние поперечные стены по ширине коридора соединены между собой железобетонной рамой. Поперечное сечение колонн рамы равно 400×400 мм, а ригеля – 400×450 мм. Фундаменты – ленточные, бетонные. Стены – кирпичные. Наружные продольные и поперечные стены выполнены толщиной 510 мм, внутренние поперечные стены – толщиной 380 мм. Перегородки – кирпичные, деревянные. Перекрытия – сборные железобетонные многпустотные плиты. Лестницы – сборные железобетонные. Перекрытия – сборные железобетонные. Крыша – чердачная – скатная по деревянным стропилам. Кровля – из волнистых асбоцементных листов.

В результате обследования в кирпичных стенах, простенках и перегородках, стойках, ригелях, плитах, перекрытиях и покрытиях здания не обнаружены повреждения и трещины, снижающую их несущую способность, за исключением незначительных наклонных трещин на стенах первого этажа. Техническое состояние здания можно считать удовлетворительным.

2. Результаты инструментально-расчетных исследований.

В табл. 1 приведены динамические и прочностные характеристики зданий.

Таблица 1

Характеристика зданий

№ п/п	Объект	Периоды свободных колебаний		Прочность кирпича, в среднем, МПа	Прочность раствора, в среднем, МПа
		поперечные, с	продольные, с		
1	Здание школы	0.30	0.27	4.5 – 7.3	4.0 – 7.5
2	Здание детсада	0.20	0.19	4.2 – 6.4	3.5 – 7.0
3	Здание поликлиники	0.27	0.25	4.0 – 5.8	3.7 – 6.5

Результаты расчета на сейсмические воздействия. Сейсмические нагрузки определены по КМК 2.01.03-96, СНиП II-7-81 и СНиП II-A.12-62. Анализ полученных результатов расчета показывает, что значение сейсмических нагрузок по СНиП II-7-81 больше на 17 % сейсмических нагрузок, определенных по СНиПу II-A.12-62, а по КМК 2.01.03-96 – в пределах 1.5 – 2 раза. С учетом этого при дальнейших расчетах приняты сейсмические нагрузки по СНиПу II-7-81.

Результаты расчетов простенков здания школы на внецентренное сжатие (табл. 2) и восприятие главных растягивающих напряжений (табл. 3) показывают, что на нижних этажах не обеспечена несущая способность простенков поперечных стен.

Таблица 2

Расчетные данные по внецентренному сжатию здания школы

Стена по оси	Ширина простенка, м	Площадь горизонтального сечения простенка ¼ этаж	Эксцентриситет e_0 этаж, м		$0.45 \times$ $h/2$, м	φ		e_0/h		$[N]$, т.		N , т.	
			1	4		1	4	1	4	1	4		
И	1.05	0.536/0.399	0.170	0.132	0.24	0.95	0.91	0.16	0.13	55.05	42.43	38.18	7.51
2. 3	7.20	2.736	5.71	2.69	1.62	0.37	0.37	0.79	0.37	-	48.41	102.86	22.15

Таблица 3

Главные растягивающие напряжения здания школы

Стена по оси	Ширина простенка, м	Площадь горизонтального сечения простенка ¼ этаж	Продольная сила		$\sigma_0=0.9N/A$		R_{lg}		Q		ΣS_{kn}	
							этажи					
			1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
И	1.05	0.536 / 0.399	38.18	7.51	64.11	16.94	30.22	18.64	14.90	6.85	6.22	1.75
2. 3	7.20	2.736	102.86	22.15	33.84	7.29	23.45	15.21	59.02	38.28	73.69	20.74

Расчеты простенков здания детсада на внецентренное сжатие (табл. 4) и восприятие главных растягивающих напряжений (табл. 5) показывают, что несущая способность простенков поперечных стен первого этажа и простенков (шириной 1.3 м) продольных стен не обеспечена (табл.5).

Таблица 4

Расчеты простенков здания детсада на внецентренное сжатие

Стена по оси	Ширина простенка, м	Площадь горизонтального сечения простенка, м ²	Эксцентриситет e_0 этаж, м		$0.45 \times h/2$, м	φ		e_0/h		[M], т.		N, т.	
			1	2		1	2	1	2	1	2	1	2
Поперечная													
2	3.1	1.178	1.586	1.193	0.698	0.71	0.71	0.51	0.38	-	38.23	44.49	21.54
	3.2	1.216	1.605	1.207	0.720	0.71	0.71	0.50	0.38	-	39.46	45.75	22.15
Прод.													
А	1.3	0.494	2.559	1.926	0.293	0.91	0.91	1.97	1.48	-	-	6.83	3.41

Таблица 5

Расчеты восприятия растягивающих напряжений здания детсада

Стена по оси	Ширина простенка, м	Площадь горизонтального сечения простенка, м²	Продольная сила		$\sigma_0=0.9N/A$		R_{tq}		Q		ΣS_{kn}	
			этажи									
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Поперечная												
2	3.1	1.178	44.49	21.54	33.99	16.46	23.49	18.48	18.45	14.51	17.68	10.12
	3.2	1.216	45.75	22.15	33.86	16.39	23.46	18.46	19.02	14.96	18.40	10.53
Прод.												
A	1.3	0.494	6.83	3.41	12.44	6.21	17.13	14.78	5.64	4.87	14.20	8.13

Результаты расчетов простенков здания поликлиники на внецентренное сжатие (табл. 6) и восприятия главных растягивающих напряжений (табл. 7) показывают, что несущая способность простенков продольных стен не обеспечена.

Таблица 6

Расчеты простенков здания поликлиники

Стена по оси	Ширина простенка, м	Площадь горизонтального сечения простенка, м ²	Эксцентриситет e_0 этаж, м		$0.45 \times h/2$, м	φ		e_0/h		[N], т.		N, т.	
			1	3		1	3	1	3	1	3	1	3
А	1.5	0.765	2.08	1.50	0.34	0.95	0.95	1.39	1.00	-	-	16.44	6.01
2	5.51	2.094	0.28	0.18	1.24	0.52	0.52	0.05	0.03	142.00	145.49	116.51	34.72
	4.63	1.759	0.27	0.18	1.04	0.52	0.52	0.06	0.04	117.74	120.77	103.00	30.65

Таблица 7

Расчеты восприятия главных растягивающих напряжений здания поликлиники

Стена по оси	Ширина простенка, м	Площадь горизонтального сечения простенка, м ²	Продольная сила		$\sigma_0=0.9N/A$		R_{tq}		Q		ΣS_{kn}	
			этажи									
			1	3	1	3	1	3	1	3		
A	1.5	0.765	16.44	6.01	19.34	7.07	19.39	15.13	9.89	7.72	30.64	13.04
2	5.51	2.094	116.51	34.72	50.08	14.92	27.29	17.97	38.10	25.09	5.76	2.45
	4.63	1.759	103.00	30.65	52.70	15.68	27.86	18.23	32.67	21.38	4.98	2.12

Таким образом, в строительных конструкциях зданий не выявлены повреждения и дефекты, снижающие их несущую способность. Результаты обследования и инструментально-расчетных исследований показали следующее: объемно-планировочные и конструктивные решения зданий не полностью отвечают требованиям п. 3.1.1 КМК [4]; кирпичная кладка по результатам испытаний не соответствует высшей и первой категории по сопротивляемости к сейсмическим воздействиям; несущая способность не обеспечена в простенках поперечных стен нижних этажей здания школы, в простенках продольных и поперечных стен первого этажа здания детского сада и в про-

стенках продольных стен здания семейной поликлиники. Капитальный ремонт или реконструкцию зданий рекомендуется выполнить посредством конструктивных мероприятий по усилению несущих конструкций в соответствии с требованиями сейсмостойкости КМК [4] для кирпичных зданий, расположенных в районах сейсмичностью 8 и 9 баллов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сагдиев Х.С., Саидий С.А., Ахмедов М.А., Тешабоев З.Р. Оценка сейсмостойкости типовых кирпичных зданий, построенных в 1950 – 1960 годах // Узбекский журнал «Проблемы механики». 2012. № 4. С. 40 – 44.
- [2] Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Разработка методов динамического исследования напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений различной конструкции с учетом взаимодействия их элементов, податливости основания и волнового характера сейсмических воздействий», промежуточный, шифр А14-ФА-Ф055, ИМиСС АН РУз, 2012. – 160 с.
- [3] Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Разработка методов динамического исследования напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений различной конструкции с учетом взаимодействия их элементов, податливости основания и волнового характера сейсмических воздействий», промежуточный, шифр А14-ФА-Ф055, ИМиСС АН РУз, 2013. – 175 с.
- [4] КМК 2.01.03-96. Строительство в сейсмических районах. Госкомархитектстрой РУз. Ташкент, 1996.
- [5] КМК 2.01.07-96. Нагрузки и воздействия. Госкомархитектстрой РУз. Ташкент, 1996.

Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз

Дата поступления
30.06.2015

Х.С. Сагдиев, С.А. Саидий, М.А. Ахмедов, З.Р. Тешабоев. 1960-1970 йилларда қурилган гиштли биноларни инструментал ва ҳисоблаш йўли билан сейсмик мустақкамлиги баҳолаш

Мақолада инструментал ва ҳисоблаш тадқиқлар натижалари асосида 1960-1970 йилларда қурилган бир хил типдаги мактаб, болалар бозғаси ва поликлиникаларнинг гиштли биноларини сейсмик мустақкамлиги баҳоланган.

Kh.S. Sagdiev, S.A. Saidi, M.A. Akhmedov, Z.R. Teshaboev. Instrumental and calculated estimation of seismic stability of typical bricks buildings of secondary schools, medical and undergraduate facilities which build at 1960-70th

Results of investigations for seismic resistance for typical bricks buildings of secondary schools, medical and undergraduate facilities which build at 1960-70th by instrumental and calculated approaches are provided in this issue.

УДК 621.01

А.ТЎХТАҚЎЗИЕВ, А.ДЖУРАЕВ, В.ТУРДАЛИЕВ

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН АГРЕГАТ ПАРРАКЛИ БАРАБАНИНИНГ КИНЕМАТИК ВА ДИНАМИК ТАҲЛИЛИ

Комбинациялашган агрегатнинг парракли барабани иш жараёнида мураккаб ҳаракат қилади, яъни агрегат билан илгариланма ва ўз ўқи атрофида айланма ҳаракатда бўлади.

Парракли барабаннинг асосий вазифаси фрезали барабан томонидан майдаланган тупроқни парраклари билан олиб, орқага ташлаб беришдан иборат. Шу сабабли у иш жараёнида фрезали барабанга қарама қарши томонга айланиши ҳамда $V_n > V$ (бу ерда V_n —парракли барабаннинг айланма тезлиги; V_n —агрегатнинг илгариланма ҳаракатдаги тезлиги) бўлиши лозим.

1-расмда келтирилган схемага биноан парракли барабан М нуктасининг $X_1O_1Z_1$ координаталар системасидаги ҳаракат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$x_1 = Vt - R_n \cos \omega_n t, \quad (1)$$

$$z_1 = R_n (1 - \sin \omega_n t), \quad (2)$$

бунда R_n – парракли барабаннинг радиуси, м; ω_n – парракли барабаннинг бурчак тезлиги, рад/с.

(1) ва (2) тенгламаларга парракли барабаннинг кинематик параметри (иш режими) $\lambda = \frac{V_n}{V}$

ни киритамиз ва қуйидаги ифодаларга эга бўламиз

$$x_1 = R_n \left(\frac{\omega_n t}{\lambda} + \cos \omega_n t \right) \quad (3)$$

ва

$$z_1 = R_n (1 - \sin \omega_n t) . \quad (4)$$

2-расмда $V_n > V$, яъни $\lambda_n > 1$ бўлган ҳол учун парракли барабаннинг ҳаракат траекторияси тасвирланган.

(3) ва (4) ифодалар бўйича парракли барабан парракларининг абсолют тезлик ва тезланишларини аниқлаймиз

$$V_{na} = V \sqrt{1 + \lambda_n^2 + 2 \cdot \lambda_n \cdot \sin \omega_n t} \quad (5)$$

ва

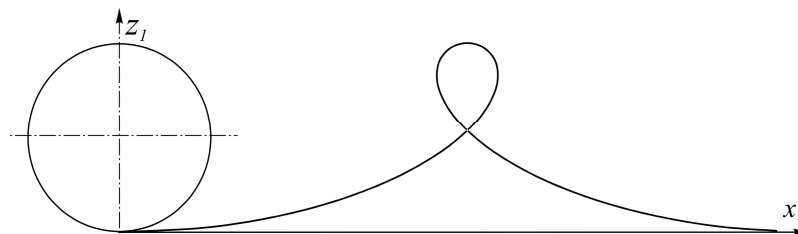
$$a_{na} = \omega_n^2 R_n , \quad (6)$$

бунда V_{na} , a_{na} – мос равишда парракли барабан парракларининг абсолют тезлик ва тезланишлари.

Парракли барабаннинг парраклари тупроқни олиб орқага ташлаб бериш жараёнини кўриб чиқамиз. Бу жараён бажарилиши учун парракли барабаннинг парраклари тупроқдан чиққандан сўнг улардаги тупроқ ерга қайтиб тушиб кетмаслиги лозим. Бунинг учун 3,а–расмда келтирилган схемага биноан парраклар радиал ўрнатилганда қуйидаги шарт бажарилиши керак

$$fN = fG \sin \alpha_q > G \cos \alpha_q + P_M . \quad (7)$$

Бунда f –тупроқнинг парракли барабан паррагининг иш сиртига ишқаланиш коэффиценти; N –тупроққа парракнинг ишчи сирти томонидан таъсир этувчи нормал реакция кучи; G –парракдаги тупроқнинг оғирлиги; α_q –парракнинг тупроқдан чиқиш бурчаги; P_M –парракдаги тупроққа таъсир этувчи марказдан қочма куч.



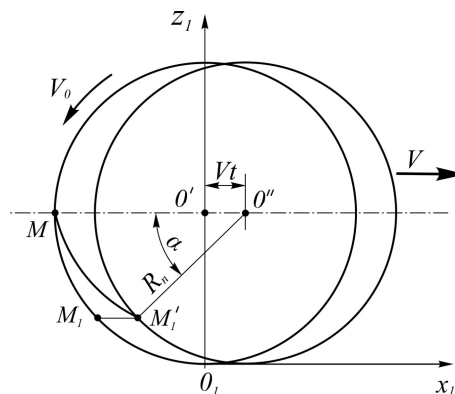
2-расм. Парракли барабан парракларининг ҳаракат траекторияси

$G = m_n g$ (бунда m_n – парракдаги тупроқнинг массаси; g – эркин тушиш тезланиши) эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак ҳамда $h_n \ll R_n$ эканлиги сабабли $P_M = m_n \omega_n^2 R_n$ қабул қилсак, (7) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$f m_n g \sin \alpha_n > m_n g \cos \alpha_n + m_n \omega_n^2 R_n \quad (8)$$

ёки

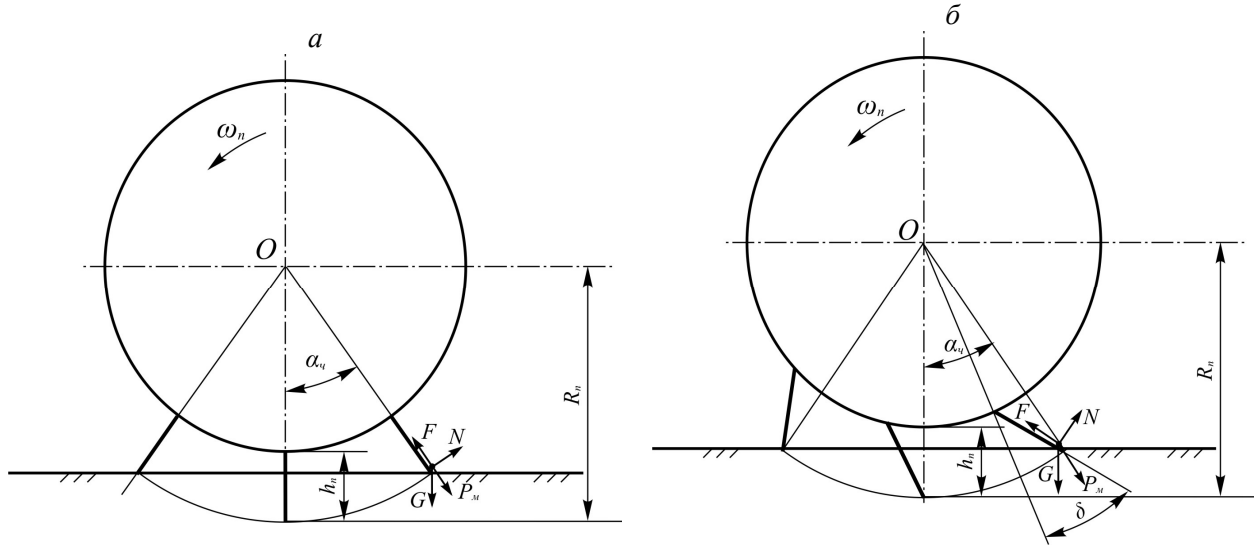
$$f g \sin \alpha_n > g \cos \alpha_n + \omega_n^2 R_n . \quad (9)$$



1-расм. Комбинациялашган агрегат парракли барабанининг ҳаракат тенгламасини тузишга доир схема

Охирги ифодани ҳар икка томонини $g \sin \alpha_n$ га бўламиз

$$f > \operatorname{ctg} \alpha_n + \frac{\omega_n^2 R_n}{g \sin \alpha_n} \quad (10)$$



3-расм. Парракли барабан паррагида турган тупрокка таъсир этувчи кучлар: *a* – парракли барабаннинг парраги радиал жойлашган ҳол учун; *b* – парракли барабаннинг парраги айланиш йўналиши бўйича оғган ҳол учун

3, *a*-расмда келтирилган схема бўйича (10) ифодадаги $\operatorname{ctg} \alpha_n$ ва $\sin \alpha_n$ ни парракли барабаннинг радиуси ва парраклар баландлиги орқали ифодалаймиз

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = \frac{R_n - h_n}{\sqrt{h_n(2R_n - h_n)}} \quad (11)$$

ва

$$\sin \alpha_n = \frac{\sqrt{h_n(2R_n - h_n)}}{R_n}. \quad (12)$$

Буларни ҳисобга олганда (10) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$f > \frac{R_n - h_n}{\sqrt{h_n(2R_n - h_n)}} + \frac{\omega_n^2 R_n^2}{g \sqrt{h_n(2R_n - h_n)}}. \quad (13)$$

Парракли барабаннинг параметрлар қуйидагича $R_n = 0.15 - 0.20$ м, $h_n = 0.03 - 0.05$ м, $\omega_n = 1.5V/R_n$, $V = 1.5 - 2.0$ м/с ва $g = 9.8$ м/с² қабул қилиниб, (13) ифода бўйича ўтказилган ҳисоблар парраклари радиал ўрнатилган парракли барабаннинг парраклари тупрокни олиб кўтариб кетиши учун f нинг қиймати камида 3.49 бўлиши лозимлигини кўрсатди. Ҳақиқатда эса тупрокнинг металл юзага ишқаланиш коэффициентини максимум 0.7 бўлиши мумкин [1, 2]. Демак радиал парракли барабан тупрокни тўлиқ олиб кўтариб кетиш имкониятига эга эмас экан.

Тупрокни тўлиқ олиб кўтариб кетишга парракларни радиалга нисбатан маълум δ бурчакка буриб (барабан айланма тезлигининг йўналиши бўйича) ўрнатиш йўли билан эришиш мумкин (3,б-расм). Бунда тупрокни парракдан тушмаслик шартини қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$f[m\omega_n^2 R_n \sin \delta + mg \sin(\alpha_n + \delta)] > m\omega_n^2 R_n \cos \delta + mg \cos(\alpha_n + \delta) \quad (14)$$

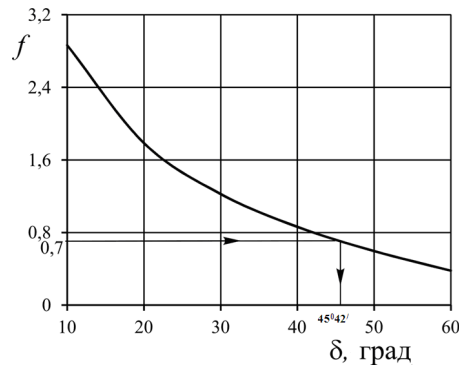
ёки

$$f > \frac{\omega_n^2 R_n \cos \delta + g \cos(\alpha_n + \delta)}{\omega_n^2 R_n \sin \delta + g \sin(\alpha_n + \delta)}. \quad (15)$$

(12) ифодани ҳисобга олганда бу ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$f > \frac{\omega_n^2 R_n \cos \delta + g \cos \left[\arcsin \frac{\sqrt{h_n(2R_n - h_n)}}{R_n} + \delta \right]}{\omega_n^2 R_n \sin \delta + g \sin \left[\arcsin \frac{\sqrt{h_n(2R_n - h_n)}}{R_n} + \delta \right]} \quad (16)$$

Бу ерда $\omega_n=15$ рад/с, $R_n=0.15$ м, $h_n=0.04$ м, ва $g=9.81$ м/с² қабул қилиниб, 4-расмда f нинг талаб қилинадиган қийматини δ бурчакка боғлиқ равишда ўзгариш графиги қурилган. Бу графикдан кўриниб турибдики δ бурчак ортиши билан ишқаланиш коэффициентини f нинг талаб қилинадиган қиймати камайиб борган.



4-расм. Тупрокни парракли барабан парраги ишчи юзасига ишқаланиш коэффициентининг талаб қилинадиган қийматини δ бурчакка боғлиқ равишда ўзгариш графиги

4-расмда келтирилган графикка f нинг юқорида келтирилган ҳақакий қийматини кўйиб, тупроқ парракдан тушиб кетмаслиги учун у радиалган нисбатан камида 45^0 бурчак остида ўрнатилиши лозим эканлигини аниқлаймиз.

Демак, ўтказилган тадқиқотларнинг кўрсатишича парракли барабаннинг парраклари тупроқни олиб, орқа томонга ўтказиб ташлаши учун улар радиалга нисбатан 45^0 бурчак остида ўрнатилиши лозим экан.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Рудаков Г. М. Технологические основы механизации сева хлопчатника. Ташкент: Фан, 1974. – 244 б.
- [2] Тўхтақўзиев А., Имомқулов Қ. Б. Тупроқни кам энергия сарфлаб деформациялаш ва парчалашнинг илмий техник асослари. Тошкент, 2013. – 120 б.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

13.05.2015 й.
қабул қилинган

А. Тухтакузиев, А. Джүраев, В. Турдалиев. Кинематический и динамический анализ лопастного барабана комбинированного агрегата

В статье теоретически исследованы закономерности движения лопастного барабана комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и сева мелкосеменных овощных культур и условия захвата почвы его лопастями. На этой основе обоснован угол установки лопастей на барабане.

A. Tuxtakuziev, A. Djuraev, V. Turdaliev. Kinematic and dynamic analysis the blade drum of the combined unit

In article laws of movement the blade drum of the combined unit for preseeding processing of soil and sowing dust seed vegetable cultures and a condition of capture of soil are theoretically investigated by its blades, on this basis the corner of installation of blades on a drum is proved.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В ДВУМЕРНОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

В работе решена задача переноса вещества в двумерной гетерогенной пористой среде с учетом эффектов адсорбции, явлений конвективного переноса, внутреннего массообмена между зонами, гидродинамической дисперсии и др. Математическое моделирование таких процессов переноса вещества впервые осуществлено в [1 – 3]. В [1] изучен перенос веществ в цилиндрической пористой среде с цилиндрической макропорой в центре и получено аналитическое решение уравнений, описывающих конвективно-диффузионный перенос через макропоры с одновременным радиальным распространением от макропоры в окружающую среду. В [4] рассмотрена прямая задача переноса вещества в цилиндрической пористой среде с цилиндрической макропорой в центре. В работе [5] исследована аналогичная задача с учетом равновесной адсорбции. В [6] рассмотрена обратная задача переноса вещества в коаксиальной цилиндрической пористой среде с использованием двух подходов: диффузионного и кинетического. На основе диффузионного подхода решена прямая задача переноса вещества с использованием значения решения в отдельных точках области. Решена обратная задача по определению коэффициента в кинетическом уравнении.

Постановка задачи. Здесь рассматривается пористая среда, состоящая из двух зон: первой – $\Omega_1 \{0 \leq x < \infty, -a \leq y \leq a\} \setminus \{x_i \leq x \leq x_{i+1}, i = 1, 3, 5, \dots, y_1 \leq y \leq y_2\}$ с подвижной жидкостью и второй – $\Omega_2 \{x_i \leq x \leq x_{i+1}, i = 1, 3, 5, \dots, y_1 \leq y \leq y_2\}$ с неподвижной жидкостью (рис. 1). Пористую среду считаем полубесконечной, двумерной, ширина которой равна $2a$ и зона (Ω_2) находится внутри зоны (Ω_1).

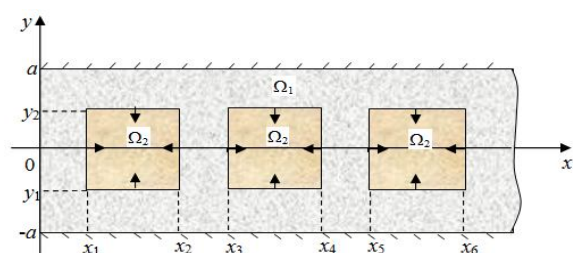


Рис. 1. Схема переноса вещества в двумерной области

Верхнюю и нижнюю границы зоны Ω_1 непроницаемы для жидкости. Жидкость движется только в направлении x с постоянной скоростью фильтрации. Уравнение переноса вещества в Ω_1 с учетом адсорбции вещества можно записать в виде [1, 2]

Верхняя и нижняя границы зоны Ω_1 непроницаемы для жидкости. Жидкость движется только в направлении x с постоянной скоростью фильтрации. Уравнение переноса вещества в Ω_1 с учетом адсорбции вещества можно записать в виде [1, 2]

$$m_1 \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x} + \beta \frac{\partial S}{\partial t} = D_1 \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_2 \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}, \quad (x, y) \in \Omega_1, \quad (1)$$

где c – концентрация вещества, $\text{м}^3/\text{м}^3$; v – скорость фильтрации, $\text{м}/\text{с}$; S – концентрация адсорбированного вещества, $\text{м}^3/\text{кг}$; β – общая плотность пористой среды, $\text{кг}/\text{м}^3$; m_1 – пористость зоны Ω_1 ; D_1 и D_2 – коэффициенты диффузии по направлению x и y .

В зоне Ω_2 происходит только диффузионный перенос вещества по направлениям x и y . Из-за плохой проницаемости этой области процесс переноса вещества происходит с некоторыми эффективными коэффициентами D_1^* и D_2^* соответственно по направлениям x и y .

Уравнение переноса вещества в Ω_2 можно записать в виде

$$m_2 \frac{\partial N}{\partial t} = D_1^* \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + D_2^* \frac{\partial^2 N}{\partial y^2}, \quad (x, y) \in \Omega_2, \quad (2)$$

где N – концентрация вещества в зоне Ω_2 ; m_2 – пористость зоны Ω_2 .

В зоне Ω_1 происходит неравновесная адсорбция вещества, кинетика которой определяется в виде

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{k_1 m_1}{\beta} c - k_2 S, \quad k_1, k_2 - \text{const}. \quad (3)$$

При учете адсорбции вещества в зоне Ω_2 уравнения переноса и кинетики процесса адсорбции вещества записываются в виде

$$m_2 \frac{\partial N}{\partial t} + \beta_1 \frac{\partial S}{\partial t} = D_1^* \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + D_2^* \frac{\partial^2 N}{\partial y^2}, \quad (x, y) \in \Omega_2, \quad (2')$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \frac{k_1^* m_2}{\beta_1} N - k_2^* S, \quad (3')$$

где $k_1^*, k_2^* - \text{const}$; β_1 – общая плотность пористой среды, кг/м³.

Пусть в первоначально насыщенную чистой (без вещества) жидкостью среду с начального момента времени закачивается жидкость с постоянной концентрацией вещества c_0 в точке $x=0, y=0$. Рассмотрим такие периоды времени, где концентрационное поле не достигает правой границы среды – $x=\infty$. Через границу зон Ω_1 и Ω_2 происходит перенос массы вещества. На границе зон Ω_1 и Ω_2 потребуем непрерывности изменения концентрации и потока вещества. При отмеченных допущениях начальные и граничные условия для задачи имеют следующий вид:

$$c(0, x, y) = 0, \quad (x, y) \in \Omega_1, \quad (4)$$

$$S(0, x, y) = 0, \quad (x, y) \in \Omega_1, \quad (5)$$

$$N(0, x, y) = 0, \quad (x, y) \in \Omega_2, \quad (6)$$

$$c(t, 0, 0) = c_0 = \text{const}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial c(t, 0, y)}{\partial x} = 0, \quad -a \leq y < 0, \quad 0 < y \leq a, \quad (8)$$

$$\frac{\partial c(t, \infty, y)}{\partial x} = 0, \quad -a \leq y \leq a, \quad (9)$$

$$\frac{\partial c(t, x, a)}{\partial y} = 0, \quad 0 < x < \infty, \quad (10)$$

$$\frac{\partial c(t, x, -a)}{\partial y} = 0, \quad 0 < x < \infty, \quad (11)$$

$$c(t, x_i, y) = N(t, x_i, y), \quad y_1 \leq y \leq y_2, \quad i = 1, 2, 3, \dots, \quad (12)$$

$$c(t, x, y_1) = N(t, x, y_1), \quad x_i \leq x \leq x_{i+1}, \quad i = 1, 3, 5, \dots, \quad (13)$$

$$c(t, x, y_2) = N(t, x, y_2), \quad x_i \leq x \leq x_{i+1}, \quad i = 1, 3, 5, \dots, \quad (14)$$

$$D_1 \frac{\partial c}{\partial x} = D_1^* \frac{\partial N}{\partial x}, \quad x = x_i, \quad y_1 \leq y \leq y_2, \quad i = 1, 2, 3, \dots, \quad (15)$$

$$D_2 \frac{\partial c}{\partial y} = D_2^* \frac{\partial N}{\partial y}, \quad y = y_1, \quad x_i \leq x \leq x_{i+1}, \quad i = 1, 3, 5, \dots, \quad (16)$$

$$D_2 \frac{\partial c}{\partial y} = D_2^* \frac{\partial N}{\partial y}, \quad y = y_2, \quad x_i < x < x_{i+1}, \quad i = 1, 3, 5, \dots \quad (17)$$

Необходимо определить поля концентрации в зонах Ω_1 и Ω_2 , а также поле адсорбированного вещества в зоне Ω_1 .

Численный анализ и результаты. Для решения задачи применяем метод конечных разностей [7]. В области $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 = \{(t, x, y), 0 \leq t \leq T, 0 \leq x < \infty, -a \leq y \leq a\}$ введена равномерная по направлениям сетки.

Результаты некоторых расчётов приведены на рис. 2, где отражены поверхности относительной концентрации c/c_0 , N/c_0 , S при $t=1500$ с. С увеличением времени можно заметить расширение поверхностей концентрации по направлениям x , y и $-y$. За счет диффузионного переноса вещества концентрационные поля доходят до границ $y=-a$ и $y=a$ в зоне Ω_1 . Как установлено, на границе зон Ω_1 и Ω_2 происходит диффузионный перенос вещества, что существенно влияет на распределение концентрации вещества в Ω_1 . Получены поверхности адсорбированного вещества S в зоне Ω_1 при различных временах. С течением времени, как и для c/c_0 , наблюдается расширение поля адсорбированного вещества по направлениям x , y и $-y$.

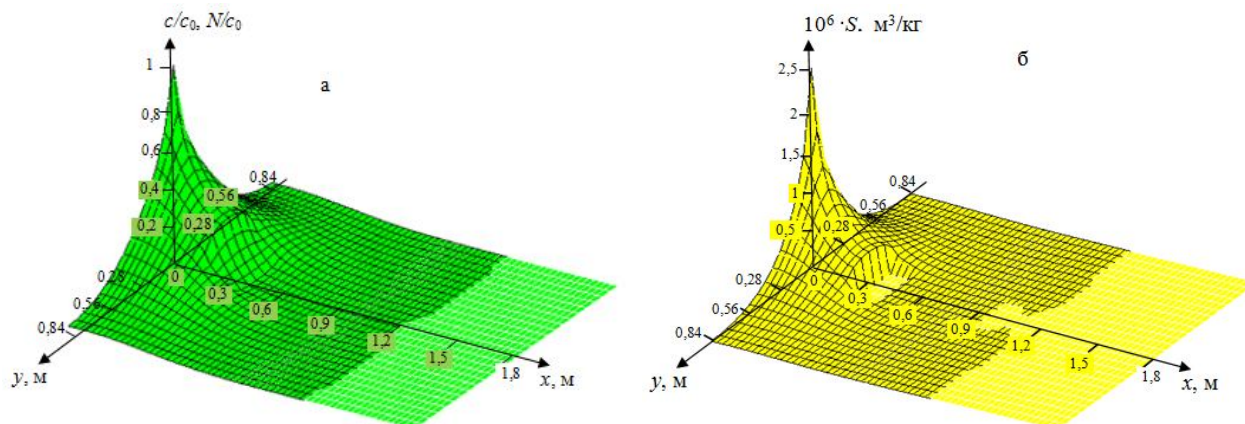


Рис.2. Поверхности c/c_0 в зоне Ω_1 и N/c_0 в зоне Ω_2 (а), S в зоне Ω_1 (б) при $D_1=5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_2=3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_1^*=5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_2^*=3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, $v=5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$, $t=1500$ с

На рис.3 отражены поверхности c/c_0 , N/c_0 , S в зонах Ω_1 и Ω_2 с учетом адсорбции вещества в обеих зонах Ω_1 и Ω_2 . Поведение поверхности относительной концентрации c/c_0 повторяет динамику предыдущего случая. Учет адсорбции в зоне Ω_2 существенно влияет на распределение концентрации в зоне Ω_2 , а в зоне Ω_1 незначительно.

С уменьшением значений диффузионных коэффициентов продвижение поверхностей концентрации по направлениям x , y и $-y$ замедляется.

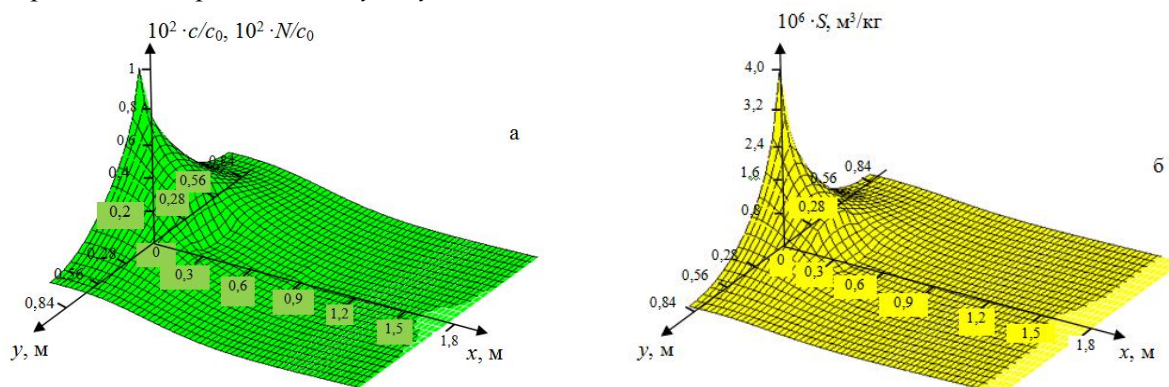


Рис.3. Поверхности c/c_0 в зоне Ω_1 и N/c_0 в зоне Ω_2 (а), S в зоне $\Omega_1 \cup \Omega_2$ (б) при $D_1=5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_2=3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_1^*=5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_2^*=3 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, $v=5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$, $t=2500$ с

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Van Genuchten M.Th., Tang D.H., Guennelon R. Some exact solutions for solute transport through soils containing large cylindrical macropores // Water Resources Research. Vol. 20. 1984. № 3. P. 335 – 346.
- [2] Bear J. Dynamics of fluids in porous media. Elsevier. New York, 1972. – 764 p.
- [3] Van Genuchten M.Th., Davidson J.M., Wierenga P.J. An evaluation of kinetic and equilibrium equations for the prediction of pesticide movement through porous media // Soil Sci. Soc. Am. Proc. Vol.38(1). 1974. P.29–35.

- [4] Хужаёров Б.Х., Махмудов Ж.М., Сулаймонов Ф.У. Задача переноса вещества в цилиндрической среде с цилиндрической макропорой // ДАН РУз. 2010. № 6. С. 30 – 33.
- [5] Хужаёров Б.Х., Махмудов Ж.М., Сулаймонов Ф.У. Перенос вещества в среде, состоящей из макропористой и микропористой цилиндрических зон // Узбекский журнал “Проблемы механики”. 2011. № 3 – 4. С. 37 – 40.
- [6] Сулаймонов Ф.У., Холияров Э.Ч. Коэффициентная обратная задача переноса вещества в среде, состоящей из макропористой и микропористой цилиндрических зон // Узбекский журнал “Проблемы механики”. 2013. № 2. С. 75 – 78.
- [7] Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. – 656 с.

Самаркандский государственный университет

Дата поступления
08.07.2015

Б.Х. Хўжаёров, Ш.Х. Зикиряев. Икки ўлчовли гетероген ҳовак муҳитда модда кўчиши масаласини сонли ечиши

Мақолада икки ўлчовли гетероген ҳовак муҳитда адсорбция, конвектив кўчиши, зоналар орасидаги модда алмашинуви, гидродинамик дисперсия ва бошқаларни ҳисобга олиб модда кўчиши масаласи сонли ечилган. Кўчаётган ва адсорбцияланган модданинг концентрация майдонлари аниқланган.

B.Kh. Khuzhayorov, Sh.Kh. Zikiryayev. Numerical solution of a solute transport problem in a two-dimensional heterogeneous porous medium

In the paper a solute transport problem in a two-dimensional heterogeneous porous medium with solute adsorption, convective transport, mass-exchange between two zones, hydrodynamical dispersion etc. is numerically solved. Solute concentration and adsorbed mass concentration in zones are determined.

УЎК 631.3

М. ШОУМАРОВА, Т. АБДИЛЛАЕВ, Ш.А. ЮСУПОВ

ПАХТА ТЕРИШ МАШИНАСИ ШПИНДЕЛИНИНГ ФРИКЦИОН ЮРИТМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

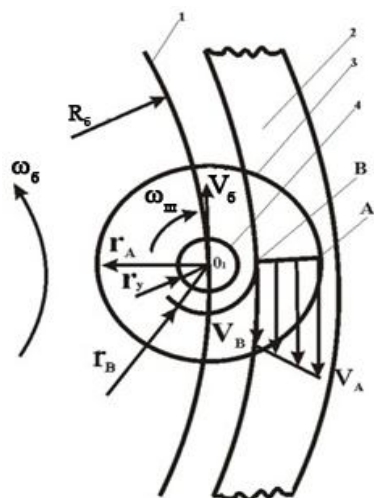
Вертикал шпинделга айланма ҳаракат берадиган мавжуд понасимон тасмали фрикцион юритма Тошкентда 1948 йилдан бошлаб ишлаб чиқарилаётган пахта териш машиналарида қўлланилмоқда. Мавжуд юритма шпиндел ишини таъминлайдиган динамик ва кинематик параметрларни қониқарли даражада бажармоқда. Мазкур юритма ўта содда бўлиб, унга техник хизмат кўрсатиш ва ундан фойдаланиш қулайдир. Юритма шпинделнинг айланиш тезлигини кескин ўзгартирмасдан шовқинсиз ишлаши билан бирга, уни тайёрлаш учун жуда катта аниқлик талаб қилинмайди.

Аммо, шпиндел реверсланадиган жойларда тасма тез ейилиб, ўз функциясини қониқарли бажара олмасдан қолади. Бундан ташқари, шпиндел тиши ғўза шохларига қадалган ҳолатларида, шпиндел ғалтагини айлантириш учун, юритманинг тортиш (ишқаланиш) кучи етарли бўлмасдан, унинг айланиш тезлиги пасайиб кетади. Натижада, диаметри 24 мм бўлган шпиндел териш камерасини ичида 2.5 – 3.0 марта айланиб улгурмайди ва толаси ўртача узунликда бўлган пахтани чанокдан тўлиқ, яъни қолдиксиз суғуриб ололмайди [1].

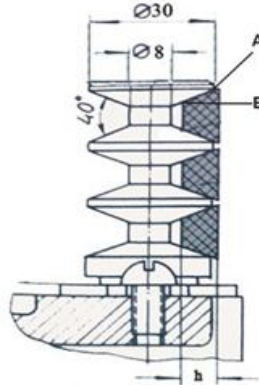
Мавжуд фрикцион ҳаракат юритмасининг фойдали иш коэффициентини паст, чунки диаметри нисбатан кичик бўлган шпиндел ғалтагини айлантирганида, понасимон тасмада геометрик сирпаниш содир бўлади. Геометрик сирпаниш моҳиятини 1–расмдаги схема ёрдамида изохлаш мумкин. Шпиндел маркази O_1 барабан ўқи (схемада кўрсатилмаган) атрофида R_6 айланаси бўйича барабан бурчак тезлиги ω_6 билан айланишида ғалтак билан қўзғалмас тасма орасида содир бўладиган ишқаланиш кучи ҳисобига шпиндел бурчак тезлиги $\omega_{ш}$ йўналишида айланади.

Тасма ғалтак йўлагининг томонларига ўта кичик майдонга эга бўлган АВ кўринишдаги жойи (доғи) билан тегиб туради. Ғалтак нуқталари шпиндел маркази O_1 га нисбатан $\omega_{ш}$ бурчак тезлигида айланади. А нуқтаси $V_A = \omega_{ш} r_A$, В нуқтаси эса $V_B = \omega_{ш} r_B$ чизикли тезликларига эга бўлади. $r_A > r_B$ бўлганлиги сабабли, $V_A > V_B$ бўлади. Ушбу тезликлар миқдори бир – биридан фарқланиши сабабли, геометрик сирпаниш содир бўлади. V_B тезлиги V_A ни камайтиришга интилади. Тасманинг ғалтакка нисбатан ишқаланиши кучайиб, шпинделли барабанни айлантираётган қувватнинг маълум қисми жараён учун керак бўлмаган иссиқликка айланади, тасма қизиб кетади.

В. Шеховцев бўйича, тасма 130°C даражагача қизиши мумкин. Шу сабабли, тасманинг эластиклик хусусияти тез пасайиб унинг ишқаланиш кучи, шпинделни айлантириш учун етарли бўлмай қолади.



1-расм. Шпиндел ғалтагида понасимон тасмага нисбатан геометрик сирпаниш пайдо бўлишига изоҳ: 1 – шпинделли барабан айланаси; 2 – понасимон тасма; 3 – ғалтак йўлагининг ташқи айланаси; 4 – ғалтак йўлагининг ички айланаси; АВ – ғалтак йўлагининг тасмага тегиб турадиган шартли жойи (доғи).



2-расм. Оддий понасимон (а) ва кўп понали (б) тасмаларни кўндаланг кесимининг схемаси.

Геометрик сирпаниш ҳамда тасманинг эластиклигини камайиши пахтани чанокдан суғириб олаётган шпинделнинг бурчак тезлигини пасайишига, териш даражаси ёмонлашишига ва энергия сарфи ошиб кетишга олиб келади. Ейилиш ҳисобига тасма ғалтак йўлагига кўпроқ ботиб, АВ контакт жойи узаяди. V_B миқдори V_A га нисбатан кўпроқ фарқланадиган бўлиб, геометрик сирпаниш кучаяди, шпиндел тезлиги янада камаяди.

Маълумки, тасмали узатмаларда оддий понасимон (2, а-расм) ва сўнгги йиллари эса кўп понали (2, б-расм) тасмалар кенгрок қўлланилмоқда. Оддий понасимон тасманинг кўндаланг кесими трапециясимон бўлади ва Европа стандарти DIN 7867/ISO 9982 бўйича поналик бурчаги $40 \pm 1^{\circ}$ бўлиб, бир-биридан баландлиги h ва кенглиги b_0 билан таърифланади. Шпиндель ҳаракат юритмасига $b_0=17$ мм, $h=10.5$ мм бўлган тасма ўрнатилган. Мазкур тасмадан фойдаланганда узатма кичик шкивининг диаметри 125 мм дан кам бўлмаслиги тавсия қилинган. Шпиндел ғалтагини юмаланиш радиуси эса 10 баробар кичикдир, бу эса юритма ишини қийинлаштирадиган омилдир.

Кўп понали тасма қовурға (пона)ларининг сони 3 тадан 20 тагача бўлиши мумкин. Бундай тасма қовурғаларининг баландлиги $h=4.85$ мм, тасманинг умумий баландлиги $H=9.5$ мм, қовурғалар қадами $t=4.8$ мм бўлиб, шкивнинг минимал диаметри камида $d_p=80$ мм бўлиши тавсия қилинади. Бундай тасма поналари ягона асосга бикр ўрнатилган бўлади. Поналар асоси юпка бўлганлиги сабабли, бундай тасма эгилувчан бўлади. Бундай поналарда геометрик сирпаниш содир бўладиган жой узунлиги кичикрок бўлганлиги сабабли, бекорга сарфланадиган қувват миқдори оз бўлади.

Маълумки, шпиндел ғалтагини учта понасимон тасма айлантиради. Аммо, оддий понасимон тасма эгилувчан эмас, учта тасманинг таранглигини, уларнинг ғалтакка туширадиган босимини, ғалтак билан ишқаланиш кучини бир хил миқдорда бўлишини таъминлашнинг иложи йўқ. Натижада, айрим тасма бошқаларга қаршилик қилади. Тасмалар тортиш қобилятларининг арифметик йиғиндисини олиш қийин бўлиб, энергиянинг бир қисми бекорга сарфланади.

И. Х. Минц шпиндел ғўзапоясигади очилган пахтани тераётганида унга кўрсатиладиган қаршилик кучларининг моменти 80 Нсм гача бўлишини аниқлаган [2]. Г. А. Кошевников эса, тасма билан шпиндел ғалтаги орасидаги ишқаланиш кучининг моменти қаршилик кучларини моментидан 1.3–1.5 баравар кўпроқ, яъни 120 Нсм дан кам бўлмаслиги кераклигини исботлаган [3]. Аммо, кўп вазиятларда мавжуд понасимон тасмали юритма шпинделга бундай куч моментини бера олмайди. Демак, шпинделга ҳаракат узатадиган фрикцион юритмани такомиллаштириш талаб

килинади. Юқорида кўп понали тасманинг оддий понасимон тасмага нисбатан афзалликлари келтирилган эди. Шу сабабли, ҳар қандай вазиятда ҳам шпиндел тезлиги барқарор бўлишини таъминлаш учун, унинг оддий понасимон юритмасини ягона асосга ўрнатилган кўп понали тасма билан алмаштириш мақсадга мувофиқ бўлади деб ҳисоблаймиз.

Агар шпинделнинг фрикцион юритмасига оддий понасимон тасма ўрнига кўп понали тасма ўрнатилса қуйидаги ижобий натижаларга эришилади:

1. Кўп понали тасма поналарининг баландлиги оддий понасимон тасмага нисбатан икки баробар камроқ бўлиб, ғалтак йўлагига камроқ ботиб туради. Шу сабабли, мавжуд машинадаги ғалтакнинг амалдаги юмаланиш радиусини таъминлаш учун, ғалтак йўлаги бўйнининг радиуси $r_{\text{н}}$ ни каттароқ қилиш имконияти туғилади (1 – расм). Мавжуд шпинделда $r_{\text{н}}$ кичик бўлганлиги сабабли, кўпинча ғалтак бўйнидан эгилиб қолиб яроқсиз ҳолатга тушади.

2. Кўп понали тасма поналарининг ўлчамлари (h билан b_0) кичикроқ бўлгани сабабли, унинг поналари шпиндел ғалтаги йўлагига камроқ киради. Шу сабабли, геометрик сирпаниш камаяди. Натижада қувват сарфи камаяди.

3. Кўп понали тасма поналари ягона асосга ўрнатилганлиги сабабли, уларнинг таранглиги, ғалтакка туширадиган босимлари, ҳосил қиладиган ишқаланиш кучлари деярли бир хил бўлиб, бир – бирига қаршилиқ кўрсатмайдиган бўлади.

4. Кўп понали тасма асоси мавжуд понасимон тасмага нисбатан юпка ва эгилувчан бўлганлиги сабабли тасманинг ғалтакни камраш бурчаги ортади ва ишқаланиш кучи кўпаяди. Натижада шпиндель катта қаршиликка учраса ҳам уни тортиш кучининг моменти ортади, демак шпинделнинг тезлиги барқарор бўлиши муқаррардир.

Шпинделнинг фрикцион юритмасидаги оддий понасимон тасмалар ўрнига кўп понали тасма ўрнатиш мақул бўлади, чунки, кўп понали тасма геометрик параметрлари кичик диаметрли ғалтакни каттароқ марказий бурчак бўйлаб камраб олиш имкони мавжуд бўлганлиги сабабли, энг катта қаршилиқ кучлари пайдо бўлганда ҳам шпинделни керакли тезлик билан кафолатли айлантириш имкони туғилади.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Шоумарова М., Абдиллаев Т. Кишлоқ хўжалиги машиналари. Тошкент: Ўқитувчи, 2009. 422-427 б.
- [2] Минц И. Х. К определению тяговой способности клиноременного привода шпинделей // Механизация хлопководства. 1963. № 2. С. 10-13.
- [3] Кошевников Г. А., Мансуров У. Х. Экспериментальное исследование вращения шпинделей хлопкоуборочных машин//Механизация хлопководства. 1964. № 12. С. 20-22.

Тошкент Давлат аграр университети

18.03.2015 й.
қабул қилинган

М. Шоумарова, Т. Абдиллаев, Ш.А. Юсупов. Совершенствование фрикционного привода шпинделя хлопкоуборочной машины

Рассмотрим фрикционный привод вертикального шпинделя, который состоит из трех обыкновенных клиновых ремней. Установлено, что при контакте ремня с роликом возникает геометрическое скольжение, отчего уменьшается величина передаваемого шпинделю крутящего момента. Установлено, что с установкой одного поликлинового ремня уменьшится геометрическое скольжение и улучшится тяговая способность привода.

M. Shoumarova, T. Abdillaev, SH.A. Yusupov, The improving frictional spindle of cotton picking machines

Vertical friction drive spindle consists of three ordinary V-belts. When roller contacts with belt the geometric sliding springs up, after this, the quantity of the transmitted torque decreases. If we install a V-ribbed belt, the geometric slide decreases and drive traction capability be improved.

МУНДАРИЖА

М.Х. Расулов. Тошкент темир йўл муҳандислари институтида илмий ва инновацион ишланмалар.....	3
Т.О. Алматаев, С.С. Негматов, Т.С. Халимжонов, К.М. Эрматов. Модификацияланган композицион материалларнинг асосий триботехник хоссалари.....	5
О.А. Ахунбабаев, М. Эргашов, М.М. Абдуллаев. Шойи тўқув дастгоҳининг скало доирасидаги чўзилмайдиган танда иплари статик таранглигини ҳисоблаш.....	9
Ш.С. Юлдашев. Вибрациядан ҳимоя қилиш экранларининг метрополитен поездлари ҳаракатидан ҳосил бўлган вибрация даражасига таъсири.....	12
У. Далабоев, Н.К. Латипов. Куэтта оқимида жойлашган айланма ҳаракатдаги цилиндрлик заррачага таъсир қиладиган кўтариш кучини текшириш.....	15
Ф.А. Гаппаров, Ф.Х. Нишонов, А.М. Фатхуллаев, С.И. Худайкулов. Дисперс аралашмаларда кавитациянинг пайдо бўлиш шартлари.....	18
У.А. Каххаров, М.Р. Бакиев. Поймадаги кўндаланг дамбалар билан сиқилган оқимнинг гидравлик параметрлари.....	23
К.Н. Наврузов, Ф.Б. Абдукаримов. Симпсоннинг кубатур формуласи ёрдамида юрак қоринчалари бўшлиғининг ҳажмини ҳисоблаш усули.....	27
Б.С. Худайкулов, Х.М. Якубова. Дренаж сувларининг минераллашув динамикасини математик асослаш.....	30
Б.Х. Хўжаёров, Ж.М. Махмудов, Ш.Х. Зикиряев. Намланиш чегарасида берилган шартда икки зонали ғовак муҳитда модданинг кўчиши.....	33
Ш.Ш. Абдукамилов. Бархан қумларидан барпо қилинган темир йўл ер тўшамасини динамик масала қўйилишида сонли усуллар билан ҳисоблаш.....	37
А. Абдусаттаров, М.М. Расулмухамедов. Фазовий конструкцияларни такрорий юкланишлар таъсирида пухталанишини, емирилишини эътиборга олган ҳолда ҳисоблаш.....	40
А.И. Адылходжаев, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой. Минерал боғловчи моддаларнинг структура ҳосил қилишини баъзи жиҳатлари ва уларни тадқиқ қилиш усуллари.....	43
М.М. Мирахмедов, М.К. Музаффарова, Г.Ф. Пирназаров, А.Ю. Мамадалиев. Темир йўлни кўчиб босиб қоладиган қум уюмларидан ҳимоя қилишни лойиҳалаш аспектлари.....	48
О.М. Мусаев. Транспорт корхоналарининг таркибида нефт маҳсулотлари мавжуд оқова сувларини нисбий ифлосланиш даражасини аниқлаш.....	51
Р.В. Рахимов. Ўзбекистон Республикасида ишлаб чиқарилаётган 61-920 модели янги йўловчи вағони юриш сифат кўрсаткичларини баҳолаш.....	53
Ш.С. Файзибаев, Э.С. Набиев. Кўп электродли кавшарлашда пайвандлаш ваннасининг ўртача температурасини ҳисоблаш методикаси.....	57
У.З. Шермухамедов, Ш.Ш. Кадырова. Сейсмик ҳудудлардаги кўприқларга таянч қисмларини танлаш.....	59
М.А. Мансурова. Тикув машинасида материални суриш механизми ишчи органи ҳаракат режимида пружина бурама бикригининг таъсири.....	62
А. Тухтакузиев, А. Джураев, В. Турдалиев. Комбинациялашган агрегат парракли барабанининг параметрларини асослаш.....	65
Ҳ.С. Сагдиев, З.Р. Тешабоев, А.Ш. Хабибуллин. Эски қурилиш меъёрлари ва қоидалари бўйича қурилган биноларни сейсмик мустаҳкамлиги.....	67
М.Р. Бакиев, С.Э. Шукурова. Қурилиш коэффицентлари поғонали ўзгарувчан қилиб бажарилган комбинациялаштирилган дамбалар билан симметрик сиқилган оқимдаги гидравлик ухшаш зоналар тартиботи тўғрисида.....	71

Илмий ахборотлар

А.М. Абдукаримов, З.Э. Мирсалихов. Лёссимон супесларни вибродинамик кучлари таъсирида мустаҳкамлик ва деформативлик хусусиятларини тадқиқ қилиш.....	76
С.Т. Джаббаров. Ясси текисликда ҳаракатланаётган юқори телиқдаги поезд вағонлари яқинида ҳаво заррачалари тезлиги майдонини тадқиқ этиш.....	80
Н.Б. Рахимова. Қуруқ иссиқ иқлим шароитида энерготехмакор фукоро биноларининг том ости хоналарида пассив совутиш жараёнларини моделлаштириш.....	84
Я.О. Рузметов. Юк вағонлари тележкалари ён рамаси конструкция таҳлили ва ҳисоблаш усуллари.....	87
Х.С. Сагдиев, С.А. Саидий, М.А. Ахмедов, З.Р. Тешабоев. 1960-1970 йилларда қурилган ғиштли биноларни инструментал ва ҳисоблаш йўли билан сейсмик мустаҳкамлиги баҳолаш.....	90
А. Тухтакузиев, А. Джураев, В. Турдалиев. Комбинациялашган агрегат парракли барабанининг кинематик ва динамик таҳлили.....	94
Б.Х. Хўжаёров, Ш.Х. Зикиряев. Икки ўлчовли гетероген ғовак муҳитда модда кўчиши масаласини сонли ечиш.....	98
М. Шоумарова, Т. Абдиллаев, Ш.А. Юсупов. Пахта териш машинаси шпинделининг фрикцион юритмасини такомиллаштириш.....	101

СОДЕРЖАНИЕ

М.Х. Расулов. Инновационные идеи Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.....	3
Т.О. Алматаев, С.С. Негматов, Т.С. Халимжонов, К.М. Эрматов. Основные триботехнические свойства модифицированных композиционных полимерных материалов.....	5
О.А. Ахунбабаев, М.А. Эргашов, М.М. Абдуллаев. Методика расчета статических натяжений растяжимых нитей основы около скало шелкоткацкого станка.....	9
Ш.С. Юлдашев. Влияние виброзащитных экранов на уровень вибраций, распространяемых в грунте, возникающих при движении поездов метро.....	12
У. Далабаев, Н.К. Латипов. Исследование подъемной силы, действующей на вращающейся цилиндрической частице в поле течения Куэтта.....	15
Ф.А. Гаппаров, Ф.Х. Нишонов, А.М. Фатхуллаев, С.И. Худайкулов. Возникновение кавитации в дисперсной смеси.....	18
У.А. Каххаров, М.Р. Бакиев. Гидравлические параметры потока в створе стеснения пойменными поперечными дамбами.....	23
К.Н. Наврузов, Ф.Б. Абдикаримов, Ю. Бабажанова. Вычисление объема полостей желудочков сердца по кубатурной формуле Симпсона.....	27
Б.С. Худайкулов, Х.М. Якубова, Ф.А. Гаппаров, Ф.Х. Нишонов. Математическое моделирование динамики минерализации дренажных вод.....	30
Б.Х. Хужаёров, Ж.М. Махмудов, Ш.Х. Зикиряев. Перенос вещества в двухзонной пористой среде с условием на фронте смачивания.....	33
Ш.Ш. Абдукамилов. Численные методы расчета несущей способности железнодорожного земляного полотна, отсыпанного барханскими песками в динамической постановке.....	37
А. Абдусаттаров, М.М. Расулмухамедов. К процедуре расчета пространственных конструкций при переменных нагружениях с учетом упрочнения-разупрочнения.....	40
А.И. Адылходжаев, И.М. Махаматалиев, В.М. Цой. Некоторые аспекты структурообразования минеральных вяжущих веществ и способы их исследования.....	43
М.М. Мирахмедов, М.К. Музаффарова, Г.Ф. Пирназаров, А.Ю. Мамадалиев. Методологические аспекты проектирования защиты железной дороги от песчаных заносов.....	48
О.М. Мусаев. Определение относительной загрязненности нефтесодержащих сточных вод транспортных предприятий.....	51
Р.В. Рахимов. Оценка ходовых качеств нового пассажирского вагона модели 61-920 производства Республики Узбекистан.....	53
Ш.С. Файзибаев, Э.С. Набиев. Методика расчета средней температуры сварочной ванны при многоэлектродной наплавке.....	57
У.З. Шермухамедов, Ш.Ш. Кадырова. Выбор опорных частей мостов в сейсмических районах.....	59
М.А. Мансурова. Влияние жесткости пружины кручения на режимы движения рабочего органа механизма перемещения материалов в швейной машине.....	62
А. Тухтакузиев, А. Джураев, В. Турдалиев. Обоснование параметров лопастного барабана комбинированного агрегата.....	65
Х.С. Сагдиев, З.Р. Тешабоев, А.Ш. Хабибуллин. Оценка сейсмостойкости зданий, построенных по старым строительным нормам и правилам.....	67
М.Р. Бакиев, С.Э. Шукурова. О положении гидравлически однородных зон в потоке, симметрично стесненного комбинированными дамбами со ступенчатой застройкой.....	71

Научные сообщения

А.М. Абдукаримов, З.Э. Мирсалихов. Исследование прочностных и деформативных свойств лёссовидных супесей при воздействии вибродинамической нагрузки.....	76
С.Т. Джаббаров. Исследование поля скоростей частиц воздуха вблизи вагонов при движении скоростного поезда в равнинной местности.....	80
Н.Б. Рахимова. Моделирование процессов пассивного охлаждения чердачных помещений энергоэкономичных гражданских зданий в условиях сухого жаркого климата.....	84
Я.О. Рузметов. Анализ конструкций и методов расчета боковых рам тележек грузовых вагонов.....	87
Х.С. Сагдиев, С.А. Саидий, М.А. Ахмедов, З.Р. Тешабоев. Инструментально-расчетная оценка сейсмостойкости типовых кирпичных зданий, построенных в 1960 – 1970-е годы.....	90
А. Тухтакузиев, А. Джураев, В. Турдалиев. Кинематический и динамический анализ лопастного барабана комбинированного агрегата.....	94
Б.Х. Хужаёров, Ш.Х. Зикиряев. Численное решение задачи переноса вещества в двумерной гетерогенной пористой среде.....	98
М. Шоумарова, Т. Абдиллаев, Ш.А. Юсупов. Совершенствование фрикционного привода шпинделя хлопкоуборочной машины.....	101

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 30.07.2015. Подписано в печать 02.09.2015.
Формат 60×84 ¹/₈. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл.-печ. л. . Уч.-изд. л. 9.0. Тираж 105. Заказ № .
Цена договорная.

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