

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

МИНИСТЕРСТВО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ИНСТИТУТ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЙ АН РУз

**Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого
машиноведения при Ташкентском Государственном техническом
университете**

Наманганский инженерно-педагогический институт
Национальный Университет Узбекистана
Ташкентский государственный технический университет
Бухарский государственный университет
Ургенчский государственный университет
Ташкентский автомобильно-дорожный институт
Ташкентский архитектурно-строительный институт
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт

**ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ,
СЕЙСМОДИНАМИКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Материалы
Международной научно-технической конференции

12–14 сентября 2016 г.

Ташкент-2016

1

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ:

Абиров Рустам Абдуллаевич. Директор Института сейсмостойкости сооружений АН РУз, д.ф.-м.н. г. Ташкент.

Ильичев Вячеслав Александрович. Президент Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, вице президент РААСН, Академик РААСН, д.т.н., профессор. г. Москва.

Рашидов Турсунбай Рашидович. Член Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, главный научный сотрудник Института сейсмостойкости сооружений АН РУз, академик АН РУз, д.т.н., профессор. г. Ташкент.

ЗАМЕСТИТЕЛИ СОПРЕДСЕДАТЕЛЯ:

Бахадиров Гайрат Атаханович. Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения при Ташкентском государственном техническом университете (НИЦ ПОМ при ТГТУ), д.т.н., профессор. г. Ташкент.

Мардонов Батыржан Мардонович. Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (ТИТЛП), д.ф.-м.н., профессор. г. Ташкент.

Сагдиев Хамидулла Сагдиевич. Зам. директора по науке Института сейсмостойкости сооружений АН РУз (ИСС АН РУз), к.т.н. г. Ташкент.

Хожметов Гаибназар Хаджиевич. Ташкентский автомобильно-дорожный институт (ТАДИ), д.т.н., профессор. г. Ташкент.

ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА:

Абдуллабеков К. Академик АН РУз. г. Ташкент.

Адылходжаев А.И. Д.т.н., проф. г. Ташкент.

Айзенберг Я.М. Д.т.н., проф. г. Москва.

Арипджанов М.М. Д.т.н., проф. г. Ташкент.

Бегалиев У.Т. К.т.н. г. Бишкек.

Бегматов А. Д.ф.-м.н., проф. г. Ташкент.

Васин Р.А. Д.ф.-м.н., проф. г. Москва.

Георгиевский Д.В. Д.ф.-м.н., проф. г. Москва.

Гольдштейн Р.В. Член-кор. РАН, д.т.н., проф. г. Москва.

Даминов А. Д.т.н., проф. г. Ташкент.

Джолдасбеков С.У. Д.т.н., проф. г. Алматы.

Достанова С.Х. Д.т.н., проф. г. Алматы.

Зубчанинов В.Г. Д.т.н., проф. г. Тверь.

Зулпуев А.М. Д.т.н., проф. г. Баткен.

Коршунова Н.А. Д.ф.-м.н., проф. г. Ташкент.

Куанышев Б.М. Д.т.н., проф. г. Алматы.

Кудерин М.К. Д.т.н., проф. г. Павлодар

Кусаинов А.А. Д.т.н., проф. г. Алматы.

Маликов З.М. Д.ф.-м.н. г. Ташкент.

Мамажанов Р.К. Д.т.н., проф. г. Ташкент.

Маткаримов П.Ж. Д.т.н., проф. г. Наманган.

Морозов Н.Ф. Академик РАН. г. Санкт-Петербург.

Мурадов Р.М. Д.т.н., проф. г. Наманган.

Негматов С.С. Академик АН РУз. г. Ташкент.

Негматуллаев С.Х. Академик АН РТ. г. Душанбе.

Нигматулин Р.И. Академик РАН. г. Москва.

Расулов Х.З. Д.т.н., проф. г. Ташкент.

Ставницер Л.Р. Д.т.н., проф. г. Москва.

Султанов К.С. Д.ф.-м.н., проф. г. Ташкент.

Телтаев Б.Б. Д.т.н., проф. г. Алматы.

Туляганов К. Д.т.н., проф. г. Бухара.

Усаров М.К. к.ф.-м.н. г. Ташкент.

Халджигитов А.А. Д.ф.-м.н., проф. г. Самарканд.

Юнусов С.З. К.т.н., доц. г. Ташкент.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ ВОЛНОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Л.А. Хаджиева, С.С. Аманов

Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт, г.Самарканд

Нестационарные колебания распределенных динамических систем, взаимодействующих с окружающей средой, является весьма сложной проблемой механики деформируемого твердого тела и теории колебаний. К таким системам, в частности, относятся сопряженные между собой стержни (бурильные колонны), подземные трубопроводы и другие виды, удлиненные конструкции, вложенные в грунтовой среде. Изучение этой проблемы выявило ряд малоизученных задач, к которым относятся вопросы учета нелинейной зависимости контактной силы от относительного перемещения сечений трубопровода относительно грунта, реализации, которой приводит к различным видам осложнений (потери устойчивости и прочности и др.), сложным волновым и колебательным процессам в элементах динамической системы.

Но здесь возникает сложность, связанная с невозможностью аналитического исследования динамики работы такой системы, а, следовательно, выявления ее прочности, устойчивости, отрицательного или, напротив, положительного влияния колебаний и вибраций при динамических нагрузках. Аналитические исследования такой динамической системы в случае линейной зависимости контактной силы от перемещения выполнены в работах [1-2],

При определении динамических нагрузок учет всех конструктивных особенностей системы представляет весьма сложную задачу, и поэтому для выяснения основного характера динамического нагружения обычно прибегают к определенной идеализации расчетной схемы с соответствующими допущениями. Наиболее простая схема расчета, основанная на использовании приведенных масс и жесткостей, и замены системы с непрерывными распределенными параметрами системой с конечной степени свободы, представлена в работе [1]. Такая схема расчета существенно упрощает постановку задачу и позволяет определить основную частоту системы с учетом работы других элементов. Для изучения динамического поведения системы при динамических, в частности волновых, воздействиях следует учитывать вес спектра частоты колебаний и использовать более точную модель стержня с непрерывными распределенными параметрами. В рамках принятой расчетной схемы рассмотрим задачу о действии сейсмической волны на подземный трубопровод в виде стержня, за фронтом которой известно перемещение частиц грунта.

Уравнение продольного движения сечения стержня и с закрепленными концами к грунтовой среде записывается в виде

$$S \frac{\partial \sigma}{\partial x} = \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + F(u - u_0) \quad (1)$$

$$u = u_0 \quad \text{при } x = 0, x = h \quad (2)$$

где $u(x, t)$ - перемещение сечения стержня вдоль оси OX , направленной вдоль оси стержня; $F(u - u_0)$ - нелинейная функция разности $u - u_0$, $u_0 = u_0(c_1 t - x)$ - перемещение частиц грунта за фронтом сейсмической волны (c_1 - скорость распространения волны) σ - осевое (продольное) напряжение, ρ - плотность материала колонны, S и h - площадь поперечного сечения и длина стержня, c - приведенный коэффициент жесткости упругого контакта сечений трубопровода с грунтом, t - время. Начальные условия нулевые:

$$u = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} = 0 \quad \text{при } t = 0 \quad (3)$$

В случае линейной связи между контактной силой и относительным перемещением сечений стержня имеем $F = -k_1(u - u_0)$ (k_1 - коэффициент жесткости при продольном сдвиге) краевая задача (2)-(3) для уравнения (1) получим методом Фурье

$$\bar{u} = \bar{u}_0(M\tau - \xi) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} T_n(\tau) \sin \pi n \xi$$

$$T_n = \frac{1}{\alpha_n} \int_0^{\tau} Q_n(\eta) \sin \alpha_n(\tau - \eta) d\eta$$

$$\xi = x/h, \tau = c_0 t/h, \bar{u}_0 = u_0/l, \bar{u} = u/l, c_0 = \sqrt{E/\rho}, \alpha_n = \sqrt{\pi^2 n^2 + \beta_1^2}, M = c_1/c_0,$$

$$\beta_1 = k_1 h^2 / ES$$

$$Q_n = -(M^2 - 1) \int_0^{M\tau} u''(M\tau - \xi) \sin n\xi d\xi \quad \text{при } \tau < 1/M$$

$$Q_n = -(M^2 - 1) \int_0^1 u''(M\tau - \xi) \sin n\xi d\xi \quad \text{при } \tau > 1/M$$

$$u'' = \frac{d^2 u}{dz^2}$$

Для нахождения решения нелинейного уравнения (1) для краевой задачи (2) и (3) используем метод Бубнова-Галеркина. Сначала рассмотрим соответствующую линейную задачу

Согласно этому методу Бубнова-Галеркина решение нелинейного уравнения

(1) представим в виде разложения по собственным функциям $X_n(\xi) = \sin n\pi\xi$

$$\bar{u} = \bar{u}_0 + \sum_{n=1}^N q_n(\tau) X_n(\xi) \quad (8)$$

Здесь $q_n(\tau)$ - неизвестные координатные функции безразмерного времени τ . Подставляя (8) в уравнение (5), получаем

$$\sum_{n=1}^N (q_n'' + \lambda_n^2 q_n) X_n(\xi) = -\bar{F} \left[\sum_{n=1}^N q_n(\tau) X_n(\xi) \right] + (M^2 - 1) u''(M\tau - \xi)$$

$$\bar{F} = Fh^2 / ES, \quad \lambda_n = \pi n$$

Умножаем правую и левую часть последнего уравнения на собственные функции $X_k(\xi)$ и интегрируем в пределах $0 < \xi < 1$

$$\sum_{n=1}^N [q_n'' + \lambda_n^2 q_n] \int_0^1 X_k X_n d\xi = Q_n(\tau) - \int_0^1 X_k(\xi) \bar{F} \left[\sum_{n=1}^N q_n(\tau) X_n(\xi) \right] d\xi$$

где

Учитывая свойства собственных функций

$$\int_0^1 X_k X_n d\xi = 0 \quad \text{при } n \neq k \quad \text{и} \quad \int_0^1 X_n^2 d\xi = 2, \quad \text{получаем систему нелинейных дифференциальных}$$

уравнений относительно координат $q_n(\tau)$

$$q_k'' + \lambda_k^2 q_k + \frac{1}{2} \int_0^1 X_k(\xi) \bar{F} \left(\sum_{n=1}^N q_n(\tau) X_n(\xi) \right) d\xi = \frac{1}{2} Q_k(\tau)$$

В частности, в случае кубической зависимости $F = k_1(u - u_0) + k_2(u - u_0)^3$, имеем

$$q_k'' + \alpha_k^2 q_k + \frac{1}{2} \beta_2 \int_0^1 X_k(\xi) \left[\sum_{n=1}^N q_n(\tau) X_n(\xi) \right]^3 d\xi = \frac{1}{2} Q_k(\tau) \quad (\beta_2 = k_2 h^4 / ES)$$

В качестве примера рассмотрена действие волны, за фронтом которой перемещения частиц меняются по закону

$$u_0 = A[1 - \cos \omega_1(c_1 t - x)]H(c_1 t - x),$$

где A - амплитуда, ω_1 - величина, равная обратному значению длины волны.

На рис. показаны кривые зависимости напряжения $q = \sigma/\sigma_0$ ($\sigma_0 = Eh/A$) в сечении стержня $x=0$ от безразмерного времени τ при $\beta_1=1$ для различных значений параметра $\omega = \omega_1 h$, коэффициента нелинейности β_2 и числа M

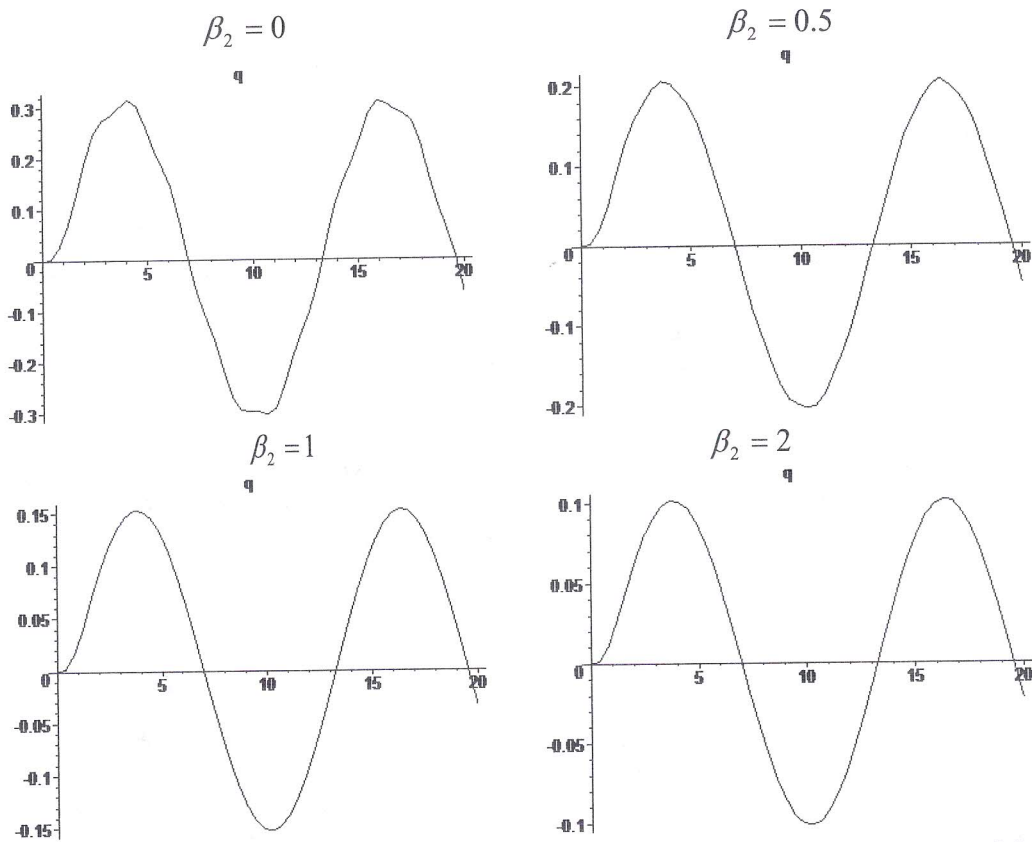


Рис. 1. Зависимости напряжения $q=\sigma/\sigma_0$ в сечении $x=0$ от переменной τ для $M=0,5$ и различных значений коэффициента нелинейности β_2

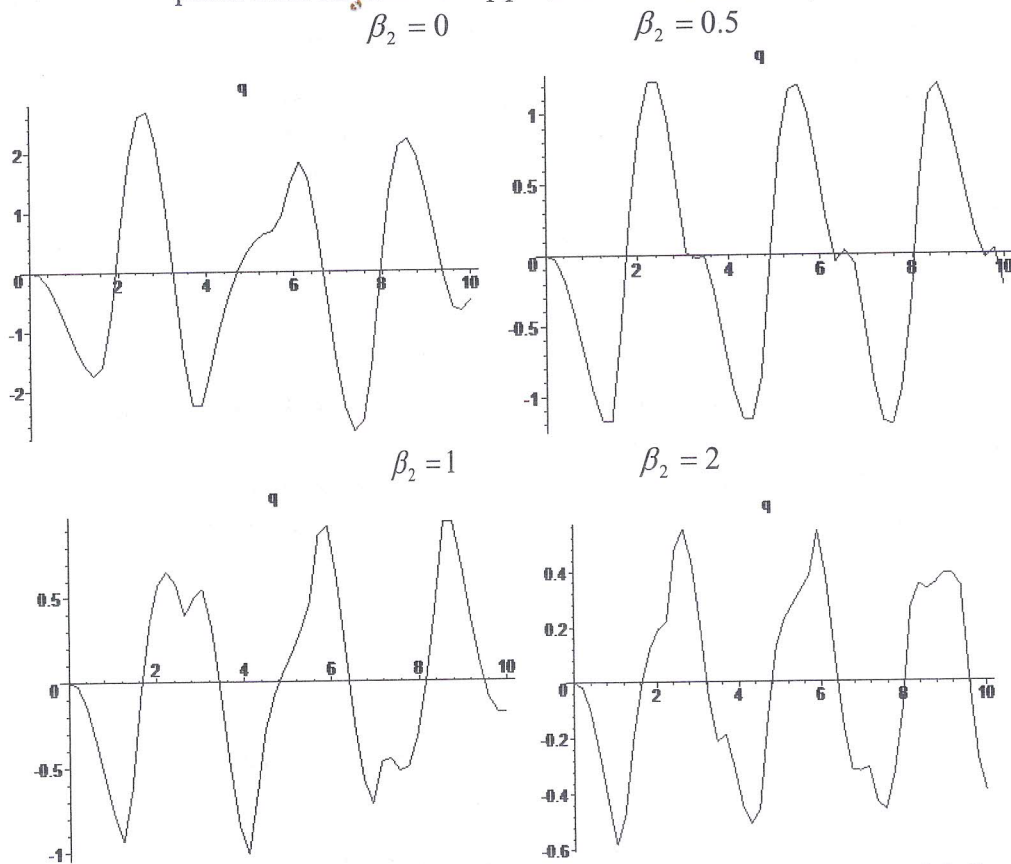


Рис. 2. Зависимости напряжения $q=\sigma/\sigma_0$ в сечении $x=0$ от переменной τ для $M=2$ и различных значений коэффициента нелинейности β_2

Из анализа графиков следует, что нелинейный коэффициент β_2 , в зависимости от числа m , по-разному влияет на величину напряжения. При $m < 1$ наличие нелинейности приводит к росту напряжения в сечении стержня, и, наоборот, к уменьшения при $m > 1$

Литература

1. Илюшин А.А., Рашидов Т.Р. О действии сейсмической волны на подземный трубопровод // Изв. АН УзССР., Сер.техн. наук. –Ташкент, 1971. - №1. -С.37-42.
2. Рашидов Т.Р., Исраилов М.Ш., Мардонов Б.М. Сейсмические колебания грунта и трубопровода при неидеальном контакте: влияние проскальзывания на динамические напряжения // Проблемы механики. Ташкент, 2014. №3. С.26-32.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЬЕЗОПРОВОДНОСТИ И ВРЕМЕНИ РЕЛАКСАЦИИ СКОРОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

Э.Ч. Холияров, О.Ш. Хайдаров

Самаркандский государственный университет, г.Самарканд,
Иштиханский колледж социально-экономического и сервиса

При описании релаксационной фильтрации используются различные феноменологические модели, учитывающие запаздывание в зависимости между скоростью фильтрации и градиентом давления. В отдельных случаях приходится учитывать запаздывание и в уравнениях состояния. Одной из первых работ в этом направлении была [1]. В работе [2] рассмотрены некоторые нестационарные одномерные задачи фильтрации при упругом режиме в предположении отставания градиента давления от скорости фильтрации [2]. В работе [3] обобщено уравнение фильтрации с учетом, как релаксации градиента давления, так и скорости фильтрации. Дальнейшее развитие теории релаксационной фильтрации в пористой среде дано в [4]. Здесь рассмотрим задачу определения коэффициента пьезопроводности и времени релаксации градиента давления для модели [2]. Эти коэффициенты определены из решения обратной задачи. Для решения обратной задачи применяем метод идентификации [5]. Теория и методы решения обратных задач математической физики отражены в [6, 7].

Уравнение одномерной фильтрации жидкости в пористой среде с учетом времени релаксации скорости фильтрации имеет вид [2]

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \lambda_v \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = \chi \frac{\partial^2 p}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где p – давление, x – координата, t – время, χ – коэффициент пьезопроводности, λ_v – времени релаксации скорости фильтрации.

Рассмотрим задачу определения коэффициента пьезопроводности χ и времени релаксации скорости фильтрации λ_v на основе дополнительной информации о давлении в некоторой заданной точке.

Будем искать χ и λ_v из условия минимума функционала

$$J(\chi, \lambda_v) = \int_0^T [p(0, \xi) - z(\xi)]^2 d\xi, \quad (2)$$

где $z(t)$ – наблюдаемые значения давления, $p(0, t)$ – вычисленные значения давления в точке $x=0$.

Условие стационарности функционала (2) в векторной форме имеет вид

$$\frac{dJ}{dq} = 2 \int_0^T [p(0, t) - z(t)] \mathbf{w}(x, t) dt = 0, \quad (3)$$

	цилиндрических тел с внешним трением на границе	305
86.	Сафаров И.И., Марасулов А., Кожамуратова К. Распространены волны в диссипативно плоских телах	309
87.	Скальский В.Р., Станкевич Е.М., Селивончик Т.В. Оценка типов разрушения по параметрам вейвлет-преобразования сигналов акустической эмиссии	313
88.	Станкевич В.З. Исследование прочности полубесконечного тела с эллиптической трещиной под воздействием гармонических нагрузок	316
89.	Тешаев М.Х., Отажоннова Н., Нуриддинов Б.З. Собственные линейные колебания цилиндрической оболочки в упругой среде	319
90.	Тулегенова О.Е. Влияние геометрической нелинейности на прочность и устойчивость пологой оболочки	322
91.	Усаров М.К., Аюбов Г.Т. Вынужденные колебания пластинчатых сооружений	325
92.	Хаджиева Л.А., Аманов С.С. Нелинейные продольные колебания стержневых систем при волновых воздействиях	329
93.	Холияров Э.Ч., Хайдаров О.Ш. Определение коэффициентов пьезопроводности и времени релаксации скорости фильтрации на основе решения обратных задач	332
94.	Худойназаров Х., Ялғашев Б. Нестационарные крутильные колебания трехслойной цилиндрической вязкоупругой оболочки	336
95.	Худойназаров Х.Х., Буркутбоев Ш.М. Продольные колебания цилиндрической оболочки с протекающей жидкостью	340
96.	Хужаев И.К. Вычислительный эксперимент для изучения закономерностей движения вязко-инертционно деформируемой среды в цилиндрическом трубопроводе	343
97.	Хужаёров Б.Х., Джиянов Т.О. Перенос вещества с неоднородной неравновесной адсорбцией в неоднородной пористой среде	345
98.	Хусанов И.Н. Деформационная инертность и модели вязко - инертно и упруго-вязко-инертно деформируемых сред	348
99.	Хусанова Л.И., Цой Г.Н. Определение параметра деформируемости сред по инерции	352
100.	Чиков В.С. Комбинированное нагружение цилиндрических анизотропных тел	353
СЕКЦИЯ 3. Машиноведения и машиностроения		
101.	Абдукаримов А. К проектированию направляющих узлов рабочих органов валковых машин	357
102.	Абед Н.С., Гулямов Г., Тухташева М.Н. Исследование прочностных свойств композиционных полимерных материалов конструкционного назначения, применяемых в машиностроении	359
103.	Абед Н.С., Тухташева М.Н., Гулямов Г. Конструкционные антифрикционно-износостойкие композиционные материалы и детали на их основе и их применение в рабочих органах машин для заготовки и хранения хлопка-сырца	362
104.	Алимова Д.Б. К вопросу долговечности подшипников привода шпинделей хлопкоуборочной машины	365
105.	Аманов Т.Ю. Разработка новой конструкции механизма регулирования давления между отжимными валами валковой машины вертикального типа и обоснование его параметров	368
106.	Аманов Т.Ю., Умаров А.А., Сайдахметова Н.Б. К вопросу совершенствования валковой машины вертикального типа	372
107.	Ахмедов Д.А., Алимухамедов Ш.П., Хикматов Ш.И., Юлчиев Ф.М. Нелинейные колебания звеньев механизма рулевого управления мобильных машин	376
108.	Ахмедходжаев Х.Т., Азизов Ш.М. Энергоэффективный метод моделирования и изготовление нового профиля зуба пилы	379
109.	Ахметов А.А., Ахмедов Ш.А. Износостойкость винтовой передачи переднего моста универсально-пропашного трактора с регулируемым клиренсом	381
110.	Ахметов А.А., Усманов И.И. Оценка статической прочности балки переднего моста трактора с изменяемой базой	384
111.	Бабоев А.М. Особенности условий формирования логистических задач управления процессами поставок хлопка-сырца с заготпунктов на хлопкозавод	387
112.	Баракаев Н.Р., Бахадиров Г.А. К расчету параметров нижней наклонной полки машины сепарирования и фракционирования сыпучих материалов	391
113.	Гафуров К.Г., Гафуров Ж.К., Бараев А.Б. Исследование деформационных свойств линейной пряжи низкой крутки	394