

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

МЕХАНИКА
МУАММОЛАРИ

O‘ZBEKISTON
JURNALI

4

2016

УЗБЕКСКИЙ
ЖУРНАЛ

ПРОБЛЕМЫ
МЕХАНИКИ

Журнал под таким названием издается с января 1992 г.

Ташкент – 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

В работе редколлегии принимают участие:

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

Адрес редакции:
100125, Ташкент, Академгородок, Дурмон йўли, 31.
Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз

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

Предисловие

Журнал намерен в будущем увеличить публикации по проблемам сейсмостойкости зданий и сооружений, оценки и снижения сейсмического риска и освещению результатов мероприятий, направленных на повышение эффективности мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с землетрясением, в том числе совершенствованию подготовки населения к действиям при их возникновении.

В данном, четвертом, номере журнала мы публикуем материалы по итоговым результатам завершенных отчетов в 2016 г. Института сейсмостойкости сооружений АН РУз, а также ряд отечественных и зарубежных материалов по проблемам сейсмической безопасности.

Убедительно просим авторов представить материалы по указанной проблеме для публикации в очередных номерах журнала.

Главный редактор журнала
академик АН РУз Т. Рашидов

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ДЕФОРМИРУЕМОГО ФУНДАМЕНТА ПРИ ДЕЙСТВИИ УПРУГОЙ ПЛОСКОЙ ВОЛНЫ

По действующим нормам допускается при динамических расчетах фундаментов под машинами не учитывать влияние инерции грунта и рассматривать основание как линейно-деформируемое и идеально упругое.

При изучении реакции системы плита – грунт хорошие результаты могут быть получены, если в качестве дополнительного параметра использовать присоединенную массу грунта [1,2].

В [3] описаны экспериментальные методы определения динамических параметров колебания жесткой плиты (круглого и квадратного сечения).

В отличие от вышеуказанных работ в данной статье фундамент и грунт рассматриваются как единая система и определяется их напряженно-деформированное состояние. При этом изучаются нестационарные волновые явления в грунте, обусловленные динамическим взаимодействием фундамента с грунтом.

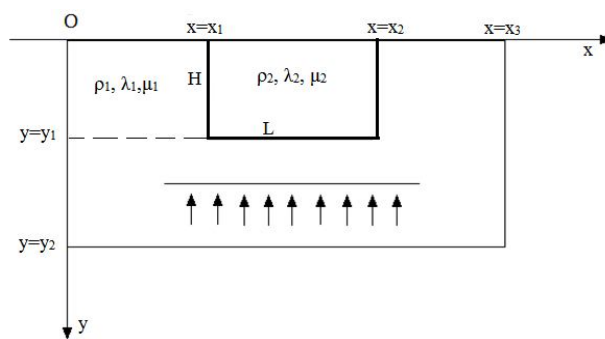


Рис. 1. Расчетная схема задачи

Пусть на свободной поверхности полупространства заглублен прямоугольный деформируемый фундамент высотой H , шириной L и на него действует плоская волна, фронт которого параллелен свободной поверхности.

Начало координат (xOy) поместим на свободной поверхности на расстоянии x_1 от фундамента, а ось y направим по глубине грунта (рис. 1). Координаты $x=x_1$, $x=x_2$, $y=y_1$ определяют положение фундамента.

Движение фундамента и грунта описывается следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} \rho_i \frac{\partial^2 u^i}{\partial t^2} &= \frac{\partial \sigma_{xx}^i}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}^i}{\partial y}, \\ \rho_i \frac{\partial^2 v^i}{\partial t^2} &= \frac{\partial \tau_{yx}^i}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}^i}{\partial y}, \end{aligned} \quad (i=1,2), \quad (1)$$

где индекс $i=1$ относится к грунту, $i=2$ – к фундаменту. Компоненты напряжений и деформаций связаны по закону Гука.

На свободной поверхности граничные условия имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_{yy}^i &= 0, \\ \tau_{yx}^i &= 0. \end{aligned} \quad (i=1,2), \quad y=0, \quad -\infty < x < \infty. \quad (2)$$

На границе контакта грунта и фундамента выполняется следующее условие прилипания:

$$\begin{aligned} u^1 &= u^2, \quad v^1 = v^2, \\ \sigma_{xx}^1 &= \sigma_{xx}^2, \quad \tau_{xy}^1 = \tau_{xy}^2, \end{aligned} \quad 0 \leq y \leq y_1, \quad x=x_1, x=x_2, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} u^1 &= u^2, \quad v^1 = v^2, \\ \sigma_{yy}^1 &= \sigma_{yy}^2, \quad \tau_{yx}^1 = \tau_{yx}^2, \end{aligned} \quad x_1 \leq x \leq x_2, \quad y=y_1. \quad (4)$$

В качестве начального условия $t=0$ примем тот момент времени, когда фронт волны подходит к нижней части фундамента, т.е.

$$\begin{aligned} u^1 &= u^0, \\ v^1 &= v^0, \end{aligned} \quad y > y_1, \quad -\infty < x < \infty, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} u^1 = u^2 = 0, \\ v^1 = v^2 = 0 \end{aligned} \quad y \leq y_1, \quad -\infty < x < \infty. \quad (6)$$

Здесь верхний индекс 0 соответствует перемещениям в падающей волне.

Если фундамент считать недеформируемым, то уравнения движения фундамента примут вид

$$\begin{aligned} M \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} &= \int_0^L \tau_{yx} \Big|_{y=y_1} dx + \int_0^H \sigma_{xx} \Big|_{x=x_1} dy + \int_0^H \sigma_{xx} \Big|_{x=x_2} dy, \\ M \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} &= \int_0^L \sigma_{yy} \Big|_{y=y_1} dx + \int_0^H \tau_{xy} \Big|_{x=x_1} dy + \int_0^H \tau_{xy} \Big|_{x=x_2} dy, \end{aligned} \quad (7)$$

где M – масса фундамента; L – ширина; H – высота фундамента; U – перемещение фундамента в направлении оси x ; V – перемещение фундамента в направлении оси y .

При численном расчете задачи использована явная схема численного метода конечных разностей второго порядка точности для решения системы дифференциальных уравнений. Способ получения разностных уравнений приведён в статье [4].

При численном решении задачи выделим расчетную конечную область (фиктивную границу) $0 \leq y \leq y_2$, $0 \leq x \leq x_3$ и зададим граничные условия на контуре этой области (см. рис. 1).

Здесь имеется два подхода:

1) Фиктивную границу должны выбрать так, чтобы на рассматриваемом промежутке времени волнового процесса отраженные волны от фундамента не достигли границы расчетной области. Так как в рассматриваемой задаче фронт падающей волны параллелен свободной поверхности, на линиях $x=0$ и $x=x_3$ движение точек описывается уравнением при действии продольной волны:

$$\rho_1 \frac{\partial^2 v^1}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{yy}^1}{\partial y}, \quad u^1 = 0; \quad (8)$$

при действии сдвиговой волны:

$$\rho_1 \frac{\partial^2 u^1}{\partial t^2} = \frac{\partial \tau_{yx}^1}{\partial y}, \quad v^1 = 0, \quad (9)$$

а на линии $y=y_2$, $0 \leq x \leq x_3$ движение точек определяется падающей волной, т.е.

$$\begin{aligned} u^1 &= u^0, \\ v^1 &= v^0. \end{aligned} \quad (10)$$

2) Так как решается линейная задача перемещения для грунта, u^1 , v^1 представим в виде сумм падающих ($u^{1,0}$, $v^{1,0}$) и отраженных ($u^{1,1}$, $v^{1,1}$) волн, т.е. $u^1 = u^{1,1} + u^{1,0}$, $v^1 = v^{1,1} + v^{1,0}$. В граничных условиях (2) – (4) перемещения и напряжения для грунта представляются как сумма падающих и отраженных волн, а на фиктивных границах задается условие излучения. На линии $x=0$

$$\sigma_{xx}^{1,1} = \rho_1 a_1 \frac{\partial u^{1,1}}{\partial t}, \quad \tau_{xy}^{1,1} = \rho_1 b_1 \frac{\partial v^{1,1}}{\partial t}; \quad (11)$$

на линии $x=x_3$

$$\sigma_{xx}^{1,1} = -\rho_1 a_1 \frac{\partial u^{1,1}}{\partial t}, \quad \tau_{xy}^{1,1} = -\rho_1 b_1 \frac{\partial v^{1,1}}{\partial t}; \quad (12)$$

на линии $y=y_2$

$$\sigma_{yy}^{1,1} = -\rho_1 a_1 \frac{\partial v^{1,1}}{\partial t}, \quad \tau_{xy}^{1,1} = -\rho_1 b_1 \frac{\partial u^{1,1}}{\partial t}. \quad (13)$$

Чтобы погрешность влияния этих условий была минимальной, фиктивная граница должна находиться на расстоянии не менее чем $5L$ от фундамента. Условия излучения на границах позволяют получить решение на большем промежутке времени, чем в первом подходе.

После аппроксимации граничных условий (2) – (4), (8) – (10) или (11) – (13) и начальных условий (5) – (6) получим замкнутую систему разностных уравнений для решения задачи.

Рассмотрим пример, в котором напряжения в падающей волне по времени меняются по следующему закону:

$$\sigma_{yy} = \begin{cases} \frac{t\sigma_0}{t_1} & \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\ \sigma_0 & \text{при } t > t_1 \end{cases}, \quad \tau_{yx} = 0, \quad (14)$$

где σ_0 – амплитуда напряжения в падающей волне.

Задача решалась в безразмерных параметрах и в качестве единицы измерения приняты скорость продольных волн в грунте, амплитуда падающей волны и высота фундамента. Результаты расчета приведены для $t_1=0.4$, $h=0.1$, $\tau=0.04$ (τ – шаг сетки по времени, h – шаг сетки по пространству), плотность фундамента $\rho_2=2$, ширина фундамента $L=2$, скорость продольных волн в фундаменте $a_2=2$.

На рис. 2 приведен трехмерный график изменения скорости точек в направлении падающей волны при $t=1$ и в этот момент времени фронт падающей волны подходит к свободной поверхности грунта. Можно заметить, что до прихода фронта падающей волны к свободной поверхности грунта волна в фундаменте успевает отразиться от свободной поверхности и в этот момент значения скорости частиц в фундаменте больше по сравнению со скоростью частиц в грунте.

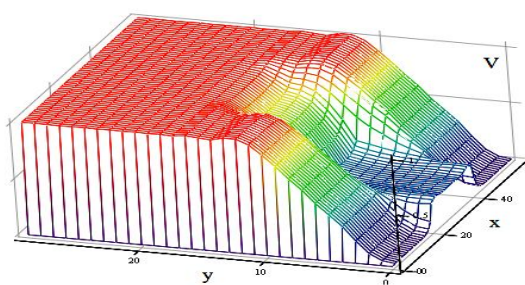


Рис. 2. Скорости частиц в направлении волны при $t=1$

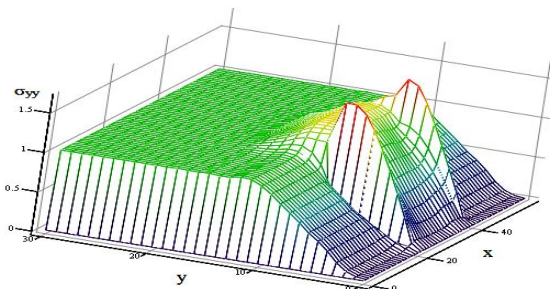


Рис. 3. Распределение напряжения σ_{yy} в момент времени $t=1$

На рис. 3 приведен трехмерный график распределения сжимающих напряжений σ_{yy} в грунте и фундаменте в момент $t=1$, когда фронт падающей волны подходит к свободной поверхности грунта. Как установлено, в начальные моменты в фундаменте, в окрестности подошвы фундамента и в грунте возникают большие сжимающие напряжения и амплитуда напряжений зависит от жесткости фундамента. С увеличением жесткости амплитуда напряжений возрастает.

После некоторого времени, например, при $t=6$ (рис. 4, фронт отраженной волны в грунте проходит расстояние $5H$) волна сжатия отражается от свободной поверхности и те большие сжимающие значения напряжений, возникшие в грунте и в фундаменте в начале до отражения, уменьшаются и устанавливается некоторое напряженное состояние в окрестности фундамента.

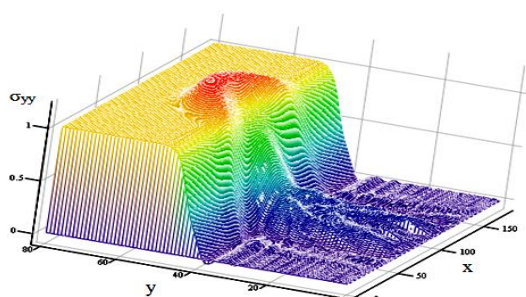


Рис. 4. Распределение напряжения σ_{yy} в момент времени $t=6$

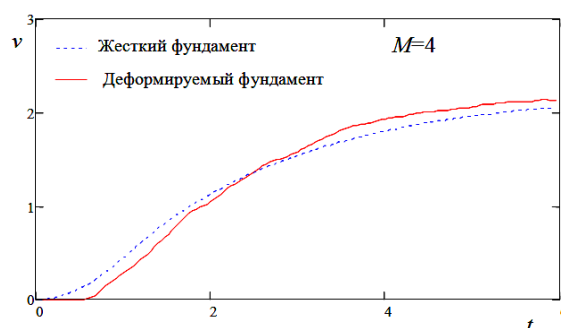


Рис. 5. Скорость фундамента в направлении падающей волны

График зависимости от времени скорости центральной точки на свободной поверхности деформируемого и недеформируемого фундамента в направлении падающей волны приведен на

рис. 5. Размеры и масса ($M=4$) деформируемого и недеформируемого фундамента одинаковы. Как видно, движение точки начинается сразу после соударения фронта волны на подошву недеформируемого фундамента (штриховая кривая), а при деформируемом (сплошная кривая) – после прихода продольной волны ($t>0.5$) в зависимости от скорости распространения продольных волн в фундаменте, и законы движения фундамента в обоих случаях почти одинаковы. Из этого следует, что если исследуется только движение фундамента при действии упругой волны, то достаточно считать фундамент недеформируемым.

С увеличением удельного веса фундамента время выхода скорости фундамента на максимальное значение увеличивается и это значение в данном случае равно удвоенному значению скорости частиц падающей волны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баркан Д.Д., Мардонов Б. К теории колебаний штампа на упругом полупространстве. Динамика оснований, фундаментов и подземных сооружений. Ташкент: Фан, 1977. Т. 2. С. 233 – 236.
- [2] Баркан Д.Д., Шаевич В.М. Влияние присоединенной массы грунта и его нелинейных свойств на колебание фундамента // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1976. № 5. С. 11 – 14.
- [3] Ильичев В.А., Таранов В.Г. Экспериментальное изучение взаимодействия вертикально колеблющегося фундамента и его основания // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1976. № 2. С. 9 – 13.
- [4] Буриев А.Т. Нестационарные колебания системы “здание – фундамент” при действии упругой плоской сдвиговой волны // Проблемы механики. Ташкент: Фан, 2015. № 1. С. 19 – 23.

Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз

Дата поступления
14.02.2016

А.Т. Буриев. Текис эластик тўлқин таъсирида деформацияланувчи пойдеворни ностационар тебраниши
Мақолада ностационар текис тўлқин таъсирида деформацияланувчи пойдеворнинг ҳаракати ва унинг атрофида юзага келадиган кучланганлик ҳолати ўрганилган. Пойдевор тўғри тўртбурчак эластик жисм шаклида қаралган. Эластиклик назариясининг динамик текис масаласи сонли чекли айирмалар усули ёрдамида ечилган.

A.T. Buriev. Nonstationary vibrations deformable foundation in action elastic plane waves
The article deals with the movement of the rectangular foundation under the influence of unsteady elastic plane wave and is determined by the stress field in the foundation and its surroundings. The foundation is regarded as a rectangular elastic body. Plane problem of dynamic elasticity theory is solved by the numerical method of finite differences.

УДК 539.3:534.1

М.Ш. ИСРАИЛОВ, С.Е. НОСОВ, А.М. АБДУЛЛАЕВ

АНАЛОГИЯ ЛИНЕЙНОЙ ЦЕПОЧКИ И ВЫВОД УРАВНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ТРУБОПРОВОДА В ВЯЗКОУПРУГОМ ГРУНТЕ

В задаче о совместных сейсмических колебаниях линейно вязкоупругой среды и непрерывного или сегментного трубопровода с податливыми стыками установлена аналогия с линейной цепочкой сосредоточенных масс. На основе аналогии получено интегродифференциальное уравнение продольных колебаний трубопровода в вязкоупругом грунте.

Колебания жесткого трубопровода в вязкоупругой среде. Рассматривается задача о совместных колебаниях линейной вязкоупругой среды и бесконечного абсолютно жесткого трубопровода радиуса a , пролегающего на глубине $r=R>a$, в условиях антиплоской деформации. Это означает, что в цилиндрической системе координат (r, θ, z) с осью Oz , направленной вдоль оси трубопровода, единственной отличной от нуля компонентой вектора перемещений среды является компонента $u_z \equiv w$, не зависящая от координаты z . Отличные от нуля компоненты тензоров деформации и напряжений, согласно соотношениям Коши для малых деформаций и определяющим уравнениям линейной вязкоупругости, передаются выражениями

$$2\varepsilon_{rz} = 2\varepsilon_{zr} = \frac{\partial u_z}{\partial r} \equiv \frac{\partial w}{\partial r}, \quad 2\varepsilon_{\theta z} = 2\varepsilon_{z\theta} = \frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \theta} \equiv \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial \theta}; \quad (1)$$

$$\sigma_{\beta z} = \sigma_{z\beta} = 2\mu\varepsilon_{\beta z} - \int_{-\infty}^t \Gamma(t-\tau)\varepsilon_{\beta z}(\tau)d\tau, \quad \beta = (r, \theta). \quad (2)$$

В (2) функция $\Gamma(t)$, называемая ядром релаксации, характеризует вязкость грунта при сдвиговых деформациях. В перечисленных условиях уравнения движения среды в цилиндрической системе координат сводятся к единственному уравнению

$$\frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_{\theta z}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_{rz}}{r} = \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \quad (3)$$

Остальные два уравнения в случае антиплоской деформации выполнены тождественно; они здесь не приводятся, их можно найти, например, в [1] (уравнения (6.6.18)). Предположим, что перемещения w на расстоянии R от оси трубопровода не зависят от угловой координаты θ и примем их равными измеренным на поверхности земли сдвиговым перемещениям w_0 в сейсмической волне, т. е.

$$w(r, \theta, t)|_{r=R} = w_0(t). \quad (4)$$

Это означает снесение граничного условия с поверхности земли на коаксиальную трубопроводу цилиндрическую поверхность.

В отличие от постановки упругой задачи возможность реализации граничного условия (4), когда перемещения w на поверхности $r = R$ считаются не зависящими от θ (одинаковыми в фиксированные моменты времени), нуждается в разъяснении из-за затухания волн в вязкоупругой среде. Для обычных глубин залегания трубопровода диаметр цилиндрического слоя грунта $2R$ есть величина порядка 2 – 5 м, в то время как длины сдвиговых сейсмических волн, несущих основную энергию при землетрясениях от 4 – 5 баллов и выше, даже для мягких грунтов с невысокой скоростью распространения волн имеют значения от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Поэтому затуханием вязкоупругих волн в таких средах на расстояниях 2 – 5 м (расстояниях, меньших 0.1 длины волны) можно пренебречь, что оправдывает принятую постановку. Другой возможный пример реализации условия (4) состоит в том, что только слой грунта $a \leq r \leq R$, непосредственно окружающий трубопровод, обладает вязкоупругими свойствами, а вне этого слоя грунт является упругим. Тогда при глубине залегания трубопровода большей R поверхность $r=R$ есть поверхность раздела между этими средами и условие непрерывности перемещений на границе раздела приводит к условию (4), в котором перемещения не зависят от угловой координаты.

На границе контакта трубопровода и грунта примем условия прилипания

$$w(r, \theta, t)|_{r=a} = U(t), \quad (5)$$

где $U(t)$ – продольное перемещение жесткой трубы, не зависящее от z и θ .

Сформулированная таким образом задача (3) – (5) является осесимметричной и в ней неизвестные функции также не зависят от угловой координаты. Следовательно, из соотношений (1), (2) вытекает, что $\varepsilon_{\theta z}=0$, $\sigma_{\theta z}=0$ и уравнение (3) приводится к виду

$$\frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{\sigma_{rz}}{r} = \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \quad (6)$$

Существуют, однако, ситуации, когда при снесении граничных условий на поверхность $r=R$ перемещения w_0 в (4) должны рассматриваться как функции угла θ . Это имеет место, когда из-за большой вязкости затуханием волн даже на малых расстояниях порядка $2R$ нельзя пренебречь или когда трубчатое сооружение большого диаметра (например, тоннель метрополитена) залегает на небольшой глубине. В этих случаях задача сводится к интегрированию уравнения (3), содержащего слагаемое с $\sigma_{\theta z}$, и она может решаться методом Фурье, разлагая заданную $w_0(\theta)$ и неизвестные функции в ряды по θ . При этом легко устанавливается следующий важный факт: *погонная результирующая сила, действующая на трубопровод (вычисляемая как интеграл по боковой поверхности участка трубы единичной длины от касательных напряжений σ_{rz}), полностью определяется первым, не зависящим от θ коэффициентом $w^{(0)}$ ряда Фурье перемещения среды*

w . Задача для $w^{(0)}$, в силу того, что, согласно соотношениям (1), (2) $\varepsilon_{\theta z}^{(0)} = (1/2r)\partial w^{(0)}/\partial\theta = 0$, $\sigma_{\theta z}^{(0)} = 0$, также сводится к уравнению (6) и граничным условиям (4), (5). При этом в (4) w_0 понимается как среднее по углу значение перемещений на поверхности $r=R$ (например, как среднее арифметическое перемещений на концах горизонтального и вертикального диаметров цилиндрического слоя грунта). Таким образом, если целью является нахождение результирующей погонной силы, вызывающей движение трубопровода, то антиплоская задача для окружающего грунта всегда сводится к осесимметричной задаче (4) – (6).

Считая заданные функции w_0 и U гармоническими функциями времени t , т. е. $w_0 = W_0 e^{-i\omega t}$, $U = U_0 e^{-i\omega t}$, где ω – частота колебаний, а константы W_0 и U_0 – их амплитуды, приходим к задаче о стационарных колебаниях жесткого трубопровода и вязкоупругой среды, в которой $w(r, t) = W(r) e^{-i\omega t}$. При этом из равенств (1), (2) следуют соотношения

$$\begin{aligned} \varepsilon_{rz} &= E_{rz} e^{-i\omega t}, \quad E_{rz} = \frac{1}{2} dW / dr, \\ \sigma_{rz} &= \left\{ 2\mu - \int_{-\infty}^t \Gamma(t-\tau) e^{i\omega(t-\tau)} d\tau \right\} E_{rz} e^{-i\omega t} = 2\mu [1 - G(i\omega)] E_{rz} e^{-i\omega t} \equiv \Sigma_{rz} e^{-i\omega t}, \\ 2\mu G(i\omega) &= \int_0^{\infty} \Gamma(\tau_1) e^{i\omega\tau_1} d\tau_1 = \int_0^{\infty} \Gamma(\tau_1) \cos \omega\tau_1 d\tau_1 + i \int_0^{\infty} \Gamma(\tau_1) \sin \omega\tau_1 d\tau_1 \equiv 2\mu [G_c(\omega) + iG_s(\omega)]. \end{aligned} \quad (7)$$

Как предполагается, функция релаксации $\Gamma(t)$ такова, что все интегралы, входящие в выражения (7), являются сходящимися (это условие выполнено, например, для экспоненциально убывающих ядер релаксации). Величина $2\mu [1 - G(i\omega)]$ называется комплексным модулем вязкоупругой среды.

Подстановка соотношений (7) в уравнение (6) приводит к дифференциальному уравнению Бесселя относительно неизвестной функции $W(r)$:

$$d^2 W / dr^2 + r^{-1} dW / dr + p^2 W = 0; \quad p \equiv (1 - G(i\omega))^{-1/2} \omega / c_2, \quad (8)$$

где $c_2 = \sqrt{\mu / \rho}$ – скорость распространения упругого предвестника сдвиговых волн, а ρ – плотность вязкоупругой среды. Очевидна запись краевых условий (4), (5) для функции $W(r)$, получаемых выделением в них экспоненциального множителя по t .

В отличие от упругого случая, рассмотренного в [2], параметр p в уравнении (8) является комплексным числом. Решение сформулированной задачи легко находится и имеет вид (J_0 и Y_0 – функции Бесселя первого и второго рода)

$$\begin{aligned} W(r) &= \frac{J_0(pr)}{\Delta} [Y_0(pR)U_0 - Y_0(pa)W_0] - \frac{Y_0(pr)}{\Delta} [J_0(pR)U_0 - J_0(pa)W_0], \\ \Delta &\equiv J_0(pa)Y_0(pR) - J_0(pR)Y_0(pa). \end{aligned} \quad (9)$$

Когда ядра релаксации являются экспоненциально убывающими, интегралы, входящие в $G(i\omega)$, вычисляются в конечном виде и легко показывается, что величина $(1 - G(i\omega))^{-1/2}$ ограничена по модулю, в том числе и при $\omega \rightarrow 0$. То же верно и для некоторых сингулярных ядер, например, ядра $\Gamma(t) = -\eta \delta'(t) / (2\mu)$, содержащего производную дельта-функции и приводящего к определяющему уравнению вязкоупругой модели Кельвина - Фойгта $\sigma_{rz} = 2\mu \varepsilon_{rz} + \eta d\varepsilon_{rz} / dt$, где η – коэффициент вязкости. В этом случае $G(i\omega) = i\omega\eta / (2\mu)$ и p в (8) имеет порядок ω / c_2 при $\omega \rightarrow 0$. Поэтому, когда длина сейсмической волны $\lambda = 2\pi c_2 / \omega$ значительно больше глубины залегания R (а тем самым, и радиуса a трубопровода), комплексные аргументы бесселевых функций, входящих в решение (9), малы по модулю: $|p|a \ll 1$, $|p|R \ll 1$. Тогда, пользуясь асимптотическими представлениями функций Бесселя [3], получаем из (9) асимптотику сдвиговой деформации $\varepsilon_{rz} = \frac{1}{2} (dW / dr) e^{-i\omega t}$ на поверхности трубопровода

$$(\varepsilon_{rz})|_{r=a} \approx \frac{1}{2a \ln(R/a)} (W_0 - U_0) e^{-i\omega t} = \frac{1}{2a \ln(R/a)} (w_0 - U). \quad (10)$$

Из (10) следует, что в задаче о совместных сдвиговых колебаниях жесткого трубопровода и цилиндрического слоя вязкоупругого грунта с граничными условиями, заданными в перемещениях, сдвиговая деформация в длинноволновом (или низкочастотном) приближении не зависит от вязкоупругих свойств среды и совпадает с аналогичной асимптотикой упругого решения.

Подставляя выражение (10) в определяющие соотношения (2), получим касательные напряжения в вязкоупругом грунте на поверхности трубопровода

$$(\sigma_{rz})|_{r=a} = \frac{1}{2a \ln(R/a)} \left\{ 2\mu(w_0 - U) - \int_{-\infty}^t \Gamma(t - \tau) [w_0(\tau) - U(\tau)] d\tau \right\}. \quad (11)$$

Реологические соотношения такого рода были впервые предложены и экспериментально подтверждены Т. Р. Рашидовым [4]. Соотношение же (11) дает теоретическую зависимость касательного напряжения на поверхности трубопровода от относительного перемещения $w_0 - U$, выражая тем самым реологические свойства взаимодействия грунта и трубопровода через вязкоупругие свойства грунта.

Аналогия линейной цепочки и вывод уравнения продольных сейсмических колебаний трубопровода в вязкоупругом грунте. Трубопроводы, состоящие из труб длины $l \sim 5 - 10$ м, соединенных сварными швами или иным образом на стыках, рассматриваются как сегментные трубопроводы. На длине сейсмической волны $\lambda \sim 100 - 200$ м располагается от 10 до 40 сегментов трубопровода длины l и потому эти сегменты (предполагаемые абсолютно жесткими) можно считать точечными массами, соединенными упругими пружинами или элементами, моделирующими более сложные механические свойства соединений на стыках. Если трубопровод непрерывный, то он может быть мысленно разбит на сегменты так, чтобы число их на длине сейсмической волны было достаточно большим и можно было принять сделанные выше предположения. Сегменты трубопровода считаются однородными и одной и той же длины l . Тогда точечные массы расположены в центрах масс сегментов и находятся на равных расстояниях l друг от друга. Результирующие силы, возникающие от действия касательных напряжений на поверхностях сегментов, прилагаются к этим точечным массам и являются возбуждающими силами, приводящими такую систему в колебательное движение. Таким образом, мы получили для трубопровода с жесткими недеформируемыми сегментами, соединенными податливыми стыками, модель, состоящую из равноотстоящих друг от друга точечных масс, связанных между собой упругими пружинами. Такая модель описывает колебания одноатомной решетки [5].

Согласно (11), результирующая сила, действующая на n -й сегмент трубопровода, равна

$$F_n = l \cdot \int_0^{2\pi} (\sigma_{rz})|_{r=a} ad\theta = \frac{\pi l}{\ln(R/a)} \left\{ 2\mu(w_{0n} - U_n) - \int_{-\infty}^t \Gamma(t - \tau) [w_{0n}(\tau) - U_n(\tau)] d\tau \right\}, \quad (12)$$

где w_{0n} – заданное сдвиговое перемещение в сейсмической волне в задаче для n -го сегмента (краевое условие (4)), а U_n – продольное перемещение сегмента как жесткого целого. Если ρ' – плотность материала труб, а S – площадь их поперечных сечений, то массы сегментов трубопровода длины l , а значит и массы частиц в построенной модели $m_n = Sl\rho'$. Уравнение движения n -й массы, связанной с соседними массами пружинами жесткости k , при внешней возбуждающей силе (12) имеет вид

$$m_n \frac{d^2 U_n}{dt^2} = k \frac{U_{n+1} + U_{n-1} - 2U_n}{l} + F_n, \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots). \quad (13)$$

Первое слагаемое в правой части (13) представляет собой сумму сил, действующих на массу с номером n со стороны ее ближайших соседей через упругие пружины. Эти силы противоположны по направлению, а по величине пропорциональны относительным удлинением (сжатиям) пружин, соединяющих массы, т.е. величинам $k(U_{n+1} - U_n)/l$ и $k(U_n - U_{n-1})/l$. Полученный в виде уравнения (13) результат приводит к следующей аналогии: *сейсмические колебания трубо-*

провода с податливыми стыками и существенно более жесткими сегментами могут рассматриваться как вынужденные колебания линейной системы точечных масс, связанных между собой упругими пружинами.

Введением полевых функций $U(z, t)$, $w_0(z_n, t)$ таких, что $U(z_n, t) = U_n$, $w_0(z_n, t) = w_{0n}$ при $z_n = nl$, можно перейти от дискретной структуры к непрерывной. Действительно, разлагая входящие в (13) функции $U_{n \pm 1} = U(z_n \pm l)$ в ряды Тейлора в окрестности точки $z_n \equiv z$ и удерживая члены до l^2 включительно, получаем для функции $U(z, t)$ уравнение

$$\frac{1}{c_0^2} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{\pi}{k \ln(R/a)} \left\{ 2\mu(w_0 - U) - \int_{-\infty}^t \Gamma(t - \tau) [w_0(\tau) - U(\tau)] d\tau \right\}, \quad c_0^2 \equiv \frac{k}{S\rho'}. \quad (14)$$

Строгий переход к непрерывной структуре дается введением безразмерных переменных $z'_n = z_n / \lambda$, $z' = z / \lambda$ и использованием малости приращений $\pm l / \lambda$. В случае непрерывного трубопровода в (14) следует положить $k = SE$, где E – модуль Юнга материала трубопровода.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15 - 08 - 02425).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Eringen A. C. Mechanics of continua. N.-Y.: John Wiley & Sons, 1967. – 502 p.
- [2] Исраилов М. Ш. Аналогия линейной цепочки атомов в сейсмодинамике подземного трубопровода // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 1. Математика. Механика. 2015. № 1. С. 69 – 72.
- [3] Лебедев Н. Н. Специальные функции и их приложения. М.:Л: Государств. изд-во физ.-мат. лит., 1963. – 358 с.
- [4] Рашидов Т. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. Ташкент: Фан, 1973. – 180 с.
- [5] Лейбфрид Г. Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. М.:Л: Государств. изд-во физ.-мат. лит., 1963. – 312 с.

Комплексный научно-исследовательский институт (КНИИ) РАН
Российский государственный университет нефти и газа, Российская Федерация

Дата поступления
30.09.2016

М.Ш. Исраилов, С.Е. Носов, А.М. Абдуллаев. Чизикли занжир аналогияси ва қовушқоқэластик грунтда қувурнинг бўйлама сеймик тебраниши тенгламаларини келтириб чиқариши

Чизикли қовушқоқэластик мухит ва узлуксиз ёки бириккан қувурларнинг боғлиқликдаги сеймик тебраниши ҳақидаги масалада қувурларнинг бўйлама тебраниши учун тўпланган массали ва интегро-дифференциал тенгламаларининг чизикли занжир аналогияси қўрилган.

M.Sh. Israilov, S.E. Nosov, A.M. Abdullaev. An analogy of linear chain and derivation of the equation for longitudinal seismic vibrations of pipeline in viscoelastic soil

In the problem of coupled seismic vibrations of an linear viscoelastic medium and continuous or segmented pipe it is drawn an analogy to the linear chain of lumped masses and the integro-differential equation of pipeline longitudinal vibrations is derived.

УДК 531.36; 517.19

А. КАРИМЖАНОВ, М. КАДИРОВА, Ф. ХАМРАКУЛОВА

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОУПРУГОГО ЦИЛИНДРА СО СТАРЕНИЕМ

Вязкоупругие модели сплошной среды описываются системами интегродифференциальных уравнений в частных производных [1]. Во многих задачах обоснованным является сведение этих систем к системе интегродифференциальных уравнений с обычными производными [2]. Это обстоятельство позволяет применить ранее развитый подход [3] к их исследованию на устойчивость.

В статье ранее полученная теорема [3] применяется для исследования задачи устойчивости движения «стареющего» вязкоупругого цилиндра, взаимодействующего с упругой оболочкой.

Рассматривается система интегродифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = X(t, x) + \mu R(t, x, \int_0^t f(t, s, x(s)) ds, \quad (1)$$

$$X(t, 0) = R(t, 0, \int_0^t f(t, s, 0) ds) \equiv 0.$$

Здесь μ – малый параметр; $x \in R^n$, вектор – функции $X(t, x)$, $R(t, x, y)$ и $f(t, s, x)$ определены, непрерывны в соответствующих областях:

$$\Gamma = J \times \Omega, \quad \Gamma \times \Omega_1, \quad J \times J_1 \times \Omega,$$

$$\text{где } J = \{t : 0 \leq t < \infty\}, \quad J_1 = \{s : 0 \leq s < \infty\}, \quad \Omega = \{x \in R^n : \|x\| < H_1 = \text{const} > 0\},$$

$\Omega_1 = \{y \in R^m : \|y\| < H_1 = \text{const} > 0\}$ и удовлетворяют условиям существования и единственности решения задачи Коши для системы (1).

Вводятся предположения.

1. Порождающая система (при $\mu=0$ в системе (1))

$$\dot{x} = X(t, x) \quad (2)$$

имеет неасимптотически устойчивое положение равновесия $x = 0$ и для нее известна функция Ляпунова $V(t, x) \in C^{(1,1)}(D)$ такая, что в области D

$$V = \frac{dV}{dy} \Big|_{(2)} = \frac{dV}{dt} = (\nabla V)^T X(t, x) \leq V^*(x), \quad (3)$$

где $V^*(x) \in C(\Omega)$ – неположительная функция.

2. Для предельной системы

$$\frac{dx}{dt} = X^*(t, x), \quad (4)$$

связанной с системой (2), известно общее решение

$$x^0(t) = x^0(t_0, x_0)$$

и выполняется условие

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|X(t, x) - X^*(t, x)\| = 0. \quad (5)$$

Обозначим:

$$E(V^* = 0) = \{x \in \Omega : V^*(x) = 0\},$$

$$\psi(t, x, y) = (\nabla V)^T R(t, x, y),$$

$$\psi^0(T, t_0, x_0) = \int_{t_0}^{t_0+T} \psi(t, x^0(t, t_0, x_0), \int_0^t f(t, s, \bar{x}(s)) ds) dt,$$

где $\bar{x}(s) = x_0$ при $0 \leq s \leq t_0$, $\bar{x}(s) = x^0(s, t_0, x_0)$ – решение предельной системы (4) при $s \geq t_0$.

Введем следующее определение.

Определение 1. Среднее $\psi^0(T, t_0, x_0) < 0$ в множество $E(V^* = 0)$ определенно отрицательно, если для любых чисел α и β ($0 < \alpha < \beta < H$) можно указать числа, $r = r(\alpha, \beta) > 0$ и $\delta = \delta(\alpha, \beta) > 0$ и $l_1 = l_1(\alpha, \beta) > 0$ такие, что $\psi^0(T, t_0, x_0) < -\delta T$ при $T > l_1, \alpha \leq \|x_0\| \leq \beta$ и $\rho(x_0, E(V^* = 0)) < r$ для всех $t_0 \geq 0$.

Исследование устойчивости решения $x = 0$ системы (1) в смысле свойства А (μ – устойчиво) [3] проводится при следующих предположениях.

3. Существуют суммируемые функции $M(t), N(t)$ и положительные постоянные M_0, N_0 такие, что

$$\psi(t, x, y) \leq M(t); \quad \int_{t_1}^{t_2} M(t) dt \leq M_0(t_2 - t_1)$$

при $(t, x, y) \in J \times (\Omega \setminus E(V^* = 0)) \times \Omega_1$, где $[t_2, t_1] \subset J$ – любой конечный отрезок.

4. В области $\Gamma \times \Omega_1$ функция $\psi(t, x, y)$ удовлетворяет условию Липшица по (x, y) и выполняются неравенства

$$\|R(t, x, y)\| \leq N(t), \quad \int_{r_1}^{r_2} N(t) dt \leq N_0(t_2 - t_1).$$

Известно, что для исследования устойчивости состояния $x=0$ системы (1) имеет место следующее утверждение [3]:

Теорема 1. Пусть:

1) существует функция $V(t, x) \in C^{(1,1)}(D)$ и функции $a, b \in K$ -класса такие, что

$$a(\|x\|) \leq V(t, x) \leq b(\|x\|),$$

и выполняется условие (3);

2) выполняются условия (5);

3) выполняются условия предположений 1 – 4;

4) среднее $\psi^0(T, t_0, x_0) < 0$ во множестве $E(V^* = 0)$.

5) вектор-функция $f(t, s, x)$ удовлетворяет условию Липшица по x , существуют функции:

$f(t, s)$, $P_0(t)$, стремящиеся к нулю при $t \rightarrow \infty$ такие, что

$$\|f(t, s, x)\| \leq f_1(t, s)$$

$$P(t, T_1) = \int_0^{T_1} f_1(t, s) ds < H_1 \quad \text{при } t \geq T_1 \geq 0,$$

$$\int_{T_1}^{T_1+l_2} P(t, T_1) dt \leq P_0(l_2) l_2 \cdot l_2.$$

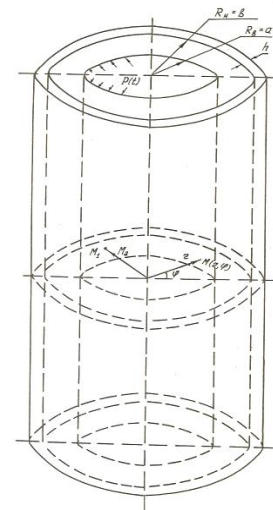
Тогда состояние $x=0$ системы (1) обладает свойством А (μ – устойчиво).

Замечание 1. При $X(t, x) = X^0(t, x)$ из теоремы 1 следует утверждение, обобщающее теорему из статьи М.М. Хапаева [4]. В случае неинтегрируемости системы (1) теоремы, приведенные в работе [4], неприменимы для исследования устойчивости системы (1).

Замечание 2. В теореме 1 условие отрицательности интеграла $\psi^0(T, t_0, x_0)$ требуется не во всей окрестности нуля, как это предполагается в работе [4], а в некоторой части окрестности нуля, т.е. в множестве $E(V^* = 0)$ и некоторой его окрестности.

Для иллюстрации теоремы 1 рассмотрим колебания вязкоупругого цилиндра с внутренним и внешним радиусами a и b , заключенного в упругую оболочку толщиной h (рисунок).

В сечении цилиндра плоскостью, ортогональной к его оси симметрии, получаем плоское кольцо с внешним и внутренним радиусами b и a . Поместим в центре кольца начало полярной системы координат (r, φ) . Очевидно, что радиальное перемещение u точек кольца не будет зависеть от координаты φ , т.е.



Колебания вязкоупругого цилиндра с внутренним и внешним радиусами

$u = u(r, t)$. Граничные условия зададим в виде

$$\sigma_{rr}|_{r=a} = -p(t), \quad \sigma_{rr}|_{r=b} = -q(t)$$

Уравнение движения описывается интегродифференциальным уравнением вида [5]

$$\ddot{v} + \lambda^2 \theta(t) v = F(t) + \mu^2 \int_0^t \theta(\tau) \tilde{F}(t-\tau) v(\tau) d\tau, \quad (6)$$

где $v(t) = u(a, t) = \frac{c(t)}{a}$, $\lambda^2 = [(2G_0(b^2 - a^2))/(a^2 b^2) + E_0 h / b^3 / (\rho \ln(b/a) + \rho_0 \ln(h/b))]$,

$\mu = 1/[2G_0 + E_0 h a^2 / b(b^2 - a^2)]$, $F(t) = P(t)/(a(\rho \ln(b/a) + \rho_0 \ln(h/a)))$.

Здесь $E = E_0 Q(t)$, $G = G_0 \theta(t)$ – соответственно модуль упругого элемента и модуль сдвига; $\theta(t) > 0$ – не убывавшая, ограниченная функция такая, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \theta(t) = \theta_0 > 0.$$

Пусть $v = v_0(t)$ – некоторое частное решение уравнения (6). Вводя новую переменную $x_1 = v - v_0$, получим

$$\ddot{x}_1 + \lambda^2 \theta(t) x_1 = \mu \lambda^2 \int_0^t \theta(\tau) \tilde{F}(t-\tau) x_1(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Это уравнение эквивалентно системе

$$\begin{cases} x_1 = x_2 \\ x_2 = -\lambda^2 \theta(t) x_1 + \mu \lambda^2 + \int_0^t \theta(\tau) \tilde{F}(t-\tau) x_1(\tau) d\tau. \end{cases} \quad (8)$$

Исследуем устойчивость равновесия $x_1 = x_2 = 0$ системы (8). Уравнение (7) при $\theta(t) \equiv 1$ описывает радиальные колебания вязкоупругого цилиндра без старения.

Для укороченной системы

$$\begin{cases} x_1 = x_2, \\ x_2 = -\lambda^2 \theta(t) x_1 \end{cases} \quad (9)$$

функцию Ляпунова возьмем в виде $V = (x_1^2 + x_2^2 / (\lambda^2 \theta(t))) / 2$.

Производная этой функции в силу системы (9) не положительна:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\dot{\theta}(t) x_2^2}{\lambda^2 \theta^2(t)} \leq 0.$$

Предельная система, соответствующая системе (9), примет вид

$$\begin{cases} x_1 = x_2 \\ x_2 = -\lambda_0^2 x_1 \end{cases}$$

где $\lambda_0^2 = \lambda^2 \theta_0$, и имеет следующее общее решение:

$$\begin{cases} x_1^0(t) = A \sin(\lambda_0(t - t_0) + \alpha), \\ x_2^0(t) = A \lambda_0 \sin(\lambda_0(t - t_0) + \alpha), \end{cases}$$

где $A = x_{10}^2 + x_{20}^2$; $\sin \alpha = x_{10} / A$, $\cos \alpha = x_{20} / (A \lambda_0)$.

Если $\tilde{F}(t-\tau) = \sum_k c_k \exp(-\lambda_k(t-\tau))$ и $\sum_k c_k / (\lambda_0^2 - \lambda_k^2) > 0$, то существует определенно-отрицательное среднее относительно (x_{10}, x_{20}) от функции

$$\psi(t, x_1^0(t), x_2^0(t), \int_0^t \tilde{F}(t-\tau) x_1^0(\tau) d\tau)$$

в виде

$$\psi(t, x^0(t), \int_0^t \theta(\tau) \tilde{F}(t-\tau) x_1^0(\tau) d\tau) \leq -A^2 \lambda_0^2 \sum_k c_k (\lambda_0^2 + \lambda_k^2) / (2\theta_1) < 0,$$

т.е. выполняется условие четыре теоремы 1. Остальные условия теоремы 1 применительно к системе (8) легко доступны для проверки. Следовательно, решение $v = v_0(t)$ уравнения (6) обладает свойством А (μ – устойчиво).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ильюшин А.А., Победря Б.Е. Основы математической теории термо-вязкоупругости. М.: Наука, 1970. – 280 с.
- [2] Ильюшин А.А., Ларионов Г.С., Филатов А.Н. К усреднению в системах интегродифференциальных уравнений // Докл. АН СССР. 1969. Т. 188. № 1. С. 49 – 52.
- [3] Каримжанов А. Устойчивость интегродифференциальных систем на основе предельных уравнений // Докл. АН УССР. Сер. А. 1985. № 12. С. 11 – 14.
- [4] Хапаев М.М., Фалин А.И. Об исследовании на устойчивость интегродифференциальных уравнений методом усреднения // Докл. АН СССР. 1980. № 2. С. 295 – 298.
- [5] Ларионов Г.С. Решение некоторых динамических задач теории вязкоупругости методом усреднения // Механика полимеров. 1970. № 2. С. 246 – 252.

Андижанский государственный университет им. Бабура

Дата поступления
24.10.2016

А. Каримжанов, М. Кодирова, Ф. Хамракулова. Эскирувчи ёпишқоқ - қайишқоқ цилиндр ҳаракат турғунлигини тадқиқ қилишда лимит системалардан фойдаланиш

Мазкур ишда муаллиф томонидан аввал эълон қилинган теорема “эскирувчи” ёпишқоқ-қайишқоқ цилиндрнинг қайишқоқ қобиқ билан ўзаро таъсиридаги ҳаракати турғунлиги масаласига қўлланилган.

A. Karimjanov, M. Kadirova, F. Hamrakulova. Application of limiting system in the investi gation of the stability of motion ageing viscoelastic cylinder

In this paper previously obtained by the author’s theorem is applied to investigation of problem of stability of motion ageing viscoelastic cylinder interacting with an elastic cover.

УДК 532.531

Ф.Х. НИШОНОВ

УРАВНЕНИЯ ПОЛНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СМЕСИ ИДЕАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ*

В существующих исследованиях гидродинамической структуры жидкости в основном используются теории, в которых потоки жидкостей считались однофазными и в них не учитывался тепломассообмен между слоями. Как известно, во многих процессах гидравлики, где происходит слияние потоков жидкости с различными наносами, образуются многофазные течения. При движении таких потоков несомненно происходят взаимодействие и взаимопроникание как между слоями, так и внутри их. Существенные проблемы возникают, когда имеем дело с разными потоками многофазных и многокомпонентных сред.

Данная статья направлена на установление и ввод уравнения полной энергии, т.е. уравнения Коши – Лагранжа для многофазных жидкостей в условиях многокомпонентности, взаимодей-

* Статья посвящается светлой памяти д.ф.-м.н., проф. Ахмеджана Абдуллаевича Хамидова.

ствия и взаимопроникания между слоями частиц жидкости. Для решения поставленной цели рассмотрим струйное течение многокомпонентной смеси, состоящей из смеси идеальных жидкостей или газов, в модели взаимопроникающих жидкостей Х.А. Рахматулина [1, 2].

Для этой цели уравнение количества движения и неразрывности смеси идеальных жидкостей напомним в виде [3]

$$\rho_n \frac{d^{(n)}V_n}{dt} = -\frac{\rho_n}{\rho_{ni}} \text{grad}p - \rho_n F_n + K \sum_{S=1}^m (\bar{V}_S - \bar{V}_n), \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho_n}{\partial t} + \text{div} \bar{V}_n = \sum_{S=1}^m I_{Sn}, \quad S \neq n (S, n = 1, m). \quad (2)$$

Здесь K – коэффициент взаимодействия; I_{Sn} – количество фазового превращения; ρ_n – приведённая плотность; ρ_{ni} – истинная плотность; V_n – скорость n -й фазы жидкой смеси, где

$$\frac{d^{(n)}\bar{V}_n}{dt} = \frac{\partial \bar{V}_n}{\partial t} + (\bar{V}_n, \vec{\nabla}) \bar{V}_n.$$

Далее предположим, что фазовые превращения отсутствуют, тогда $I_{Sn}=0$ и уравнения (2) примут вид

$$\frac{\partial \rho_n}{\partial t} = -\text{div}(\rho_n \bar{V}_n). \quad (3)$$

Суммируя уравнения (3) по n , получим уравнение неразрывности для смеси

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\bar{V} \cdot \rho) = 0, \quad (4)$$

где $\rho = \sum_{n=1}^m \rho_n$; $\rho V = \sum_{n=1}^m \rho_n V_n$ – средние величины плотности и скорости в области смеси;

$c_n = \frac{\rho_n}{\rho}$ – объемная концентрация n -й фазы смеси.

Произведём осреднение по массе, умножая на ρ_n в уравнении (1). Для этого, суммируя эту систему уравнений по n , получим

$$\sum_{n=1}^m \rho_n \frac{d^{(n)}\bar{V}_n}{dt} = -\text{grad}p + \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{F}_n.$$

Введем в рассмотрение осредненную силу F по массе, вычисляемую из формулы $\rho F = \sum_{n=1}^m \rho_n F_n$. Тогда получим

$$\sum_{n=1}^m \rho_n \frac{d^{(n)}\bar{V}_n}{dt} = -\text{grad}p + \rho \bar{F}. \quad (5)$$

Вычислим изменение количества движения смеси единичного объема $\vec{K} = \rho \bar{V}$, так как

$$\frac{d^{(n)}(\rho_n \bar{V}_n)}{dt} = \rho_n \frac{d^{(n)}\bar{V}_n}{dt} + \bar{V}_n \frac{d^{(n)}\rho_n}{dt},$$

откуда

$$\frac{d(\rho \bar{V})}{dt} = \sum_{n=1}^m \bar{V}_n \frac{d^{(n)}\rho_n}{dt} + \sum_{n=1}^m \rho_n \frac{d^{(n)}\bar{V}_n}{dt}.$$

Учитывая равенство (5) и уравнение неразрывности, имеем

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \rho \vec{F} + \sum_{n=1}^m \vec{V}_n \frac{d^{(n)} \rho_n}{dt} - \text{grad} p = \rho \vec{F} - \text{grad} p - \sum_{n=1}^m \vec{V}_n \rho_n \text{div} \vec{V}_n .$$

Введём в рассмотрение относительную среднюю скорость распространения n -й компоненты в смеси:

$$\vec{V}_n^* = \vec{V} - \vec{V}_n ,$$

откуда получим

$$\bar{V}_n = \bar{V} - \bar{V}_n^* .$$

Умножая её на ρ и суммируя, находим:

$$\sum_{n=1}^m \rho_n \vec{V}_n = \sum_{n=1}^m \rho_n \vec{V} - \sum_{n=1}^m \rho_n \vec{V}_n^* ,$$

откуда

$$\rho \vec{V} = \rho \vec{V} - \sum_{n=1}^m \rho_n \vec{V}_n^* .$$

Тогда

$$\sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* = 0 , \quad (6)$$

$$\sum_{n=1}^m \frac{d^{(m)} \rho_n^k}{dt} + \sum_{n=1}^m \rho_n \text{div} \bar{V}_n = 0 \quad \text{или} \quad \frac{d\rho}{dt} + \sum_{n=1}^m \rho_n \text{div}(\bar{V} - \bar{V}_n^*) = 0 .$$

Отсюда получим

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \text{div} \bar{V} - \sum_{n=1}^m \rho_n \text{div} \bar{V}_n^* = 0 .$$

Учитывая равенство (4), получим

$$\sum_{n=1}^m \rho_n \text{div} \bar{V}_n^* = 0 . \quad (7)$$

Теперь имеем выражение

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^m \bar{V}_n \frac{d^{(n)} \rho_n}{dt} &= - \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n = - \sum_{n=1}^m \rho_n (\bar{V} - \bar{V}_n^*) \text{div}(\bar{V} - \bar{V}_n^*) = \\ &= - \sum \rho_n \bar{V} \text{div} \bar{V} + \sum \rho_n \bar{V} \text{div} \bar{V}_n^* + \sum \rho_n \bar{V}_n \text{div} \bar{V} - \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \text{div} \bar{V}_n^* . \end{aligned}$$

Учитывая равенства (6) и (7), получим

$$\sum_{n=1}^m \bar{V}_n \frac{d^{(n)} \rho_n}{dt} = - \rho \bar{V} \text{div} \bar{V} - \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \text{div} \bar{V}_n^* . \quad (8)$$

Учитывая формулу для средней скорости и плотности среды и формулу (8), запишем уравнение движения для смеси:

$$\rho \frac{d\bar{V}}{dt} = \rho \bar{F} - \text{grad} p + \text{div} \left[\sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \bar{V}_n^* \right] ,$$

где

$$\text{div} \left(\sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \bar{V}_n^* \right) = \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \text{div} \bar{V}_n^* .$$

Нетрудно вычислить величину $\sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \bar{V}^*$:

$$\sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}^{*2} = \sum_{n=1}^m \rho_n (\bar{V}_n - \bar{V})^2 = \frac{\rho}{2} \sum_{s,n=1}^m c_s c_n \bar{V}_{Sn}^2 .$$

Здесь $\bar{V}_{Sn} = \bar{V}_S - \bar{V}_n$, $c_S = \frac{\rho_S}{\rho}$.

Но, как известно,

$$\text{div} \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^* \bar{V}^* = \text{grad} \sum_{n=1}^m \rho_n \bar{V}_n^{*2} = \text{grad} \left[\frac{\rho}{2} \sum_{n,S=1}^m c_s c_n V_{Sn}^2 \right],$$

поэтому уравнение движения смеси примет вид

$$\frac{d\bar{V}}{dt} + \text{grad} \frac{V^2}{2} + 2[\bar{\omega}, \bar{V}] = -\frac{1}{\rho} \text{grad} p + \bar{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad}(\rho D). \quad (9)$$

Здесь

$$D = \frac{1}{2} \sum_{S,n=1}^m c_s c_n V_{Sn}^2 .$$

Если смесь несжимаема, то $\rho = \text{const}$ (хотя ρ_n может быть не постоянной). Тогда, если предположить, что отсутствует вихрь в смеси, существуют потенциал внешних сил и условия баротропии, то получим интеграл Лагранжа – Коши для смеси [3, 4]

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U + D = c(t) .$$

Так как приведенная плотность связана с истинной плотностью по формуле $\rho_n = \rho_{ni}^\circ \cdot f_n$ и учитывая, что $\rho = \sum_{n=1}^m \rho_n$, $\sum_{n=1}^m c_k = 1$, $\sum_{k=1}^m f_k = 1$, получим

$$c_k = \frac{\rho_k \cdot f_k}{\sum_{n=1}^m f_n \rho_{ni}} .$$

Таким образом, интеграл Лагранжа – Коши можем записать в виде

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U + \frac{1}{2} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{Si}^\circ \rho_{ni}^\circ f_S f_n}{\sum_{n=1}^m (\rho_{ni}^\circ f_n)^2} (V_S - V_n)^2 = c(t) . \quad (10)$$

При выводе интеграла Лагранжа – Коши можно учитывать также переменность приведенных плотностей и концентрации, если установившееся течение смеси может быть переменным. Тогда из равенства (10) получим интеграл Бернулли

$$\frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U + \frac{1}{2} \sum_{S,n=1}^m \frac{\rho_{Si}^\circ \rho_{ni}^\circ f_S f_n}{\sum_{n=1}^m (\rho_{ni}^\circ f_n)^2} (V_S - V_n)^2 = \text{const} .$$

Если течение стационарное, то уравнение (10) запишется в виде

$$\text{grad} \left[\frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U \right] + \frac{1}{\rho} \text{grad} D + 2[\bar{\omega}, \bar{V}] = 0 .$$

Умножив скалярно это уравнение на векторы $\bar{\omega}$ и $\bar{V}$, последовательно получим

$$\left(\text{grad} \left[\frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U + D^* \right], \bar{V} \right) = 0,$$

$$\left(\text{grad} \left[\frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U + D^* \right], \bar{\omega} \right) = 0.$$

Таким образом, при стационарном течении и условии баротропии для существования потенциала внешних сил вдоль линии тока и вихревой линии получаем интеграл Бернулли для смеси в целом вдоль L_v, L_ω

$$\frac{V^2}{2} + \frac{P}{\rho} + U + D^* = C_1.$$

Здесь $D^* = \int \frac{d(\rho D)}{\rho}$, где L_v и L_ω – линия тока и вихревая линия.

Пусть приведенные плотности и концентрация смеси постоянны $\rho_n = \text{const}$ и $f_n = \text{const}$, тогда из уравнения движения (1) и неразрывности (3) получим

$$\rho_n \frac{d^{(n)} \bar{V}_n^*}{dt} + \rho_n \text{grad} \frac{V_n^2}{2} + 2\rho_n [\bar{\omega}_n \cdot \bar{V}_n] = -\frac{\rho_n}{\rho_{ni}} \text{grad} p + \rho_n \bar{F}_n + K(\bar{V}_S - \bar{V}_n). \quad (11)$$

Уравнение (11) принимает вид

$$\text{div} \bar{V}_n = 0.$$

Рассмотрим плоское ($k=0$) или осесимметричное течение ($k=1$), для которого уравнение неразрывности при $\rho_n = \text{const}$ в виде идеальной смеси жидкости имеет следующий вид:

$$\frac{\partial(r^k \bar{u}_n)}{\partial x} + \frac{\partial(r^k \bar{v}_n)}{\partial r} = 0.$$

Здесь x – ось симметрии; u_n, v_n – осевая и радиальная скорости n -й фазы жидкой частицы.

Рассмотрение потенциального течения смеси приводит к выводу, что существует потенциал скоростей $\varphi_n(x, r)$

$$\bar{V}_n = \text{grad} \varphi_n,$$

откуда

$$u_n = \frac{\partial \varphi_n}{\partial x}, \quad v_n = \frac{\partial \varphi_n}{\partial r}. \quad (12)$$

Введем функцию $\psi_n(x, r)$ следующим образом:

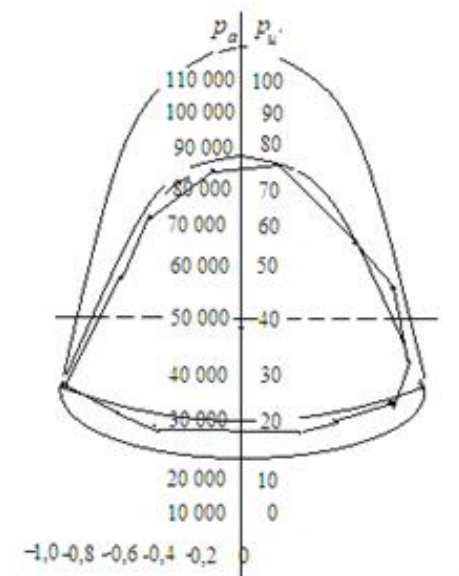
$$u_n = \frac{1}{f_n r^k} \cdot \frac{\partial \psi_n}{\partial r}, \quad v_n = \frac{-1}{f_n r^k} \cdot \frac{\partial \psi_n}{\partial x}. \quad (13)$$

Тогда выражение (13) удовлетворяет уравнению неразрывности (11), а (12) – условию потенциальности течения. Из уравнений (12) и (13) получим, что функции $\varphi_n(x, r)$ и $\psi_n(x, r)$ взаимосвязаны формулой (аналогичные)

$$\frac{\partial \varphi_n}{\partial x} = \frac{1}{P_n^*} \cdot \frac{\partial \psi_n}{\partial r}, \quad \frac{\partial \varphi_n}{\partial r} = -\frac{1}{P_n^*} \cdot \frac{\partial \psi_n}{\partial x},$$

где $P^* = r^k f_n(x, r)$.

Если ввести комплексную функцию $W_n(z, \bar{z}) = \varphi_n(x, r) + i\psi_n(x, r)$ и комплексную пе-



Изменение давления – скорости в колпаке:
 p_a – абсолютное давление; p_n – избыточное давление

ременную $z = x + ir$, то функция $w_n(z, \bar{z})$ будет p_n^* - аналитической функцией в области течения $G_z [1, 2]$.

На рисунке графически сопоставлены результаты определения давлений в колпаке, скорости смеси в трубопроводе у колпака. Как установлено, в области пониженного давления имеется достаточное совпадение результатов, тогда как в области повышенного давления они разнятся между собой и тем больше, чем меньше величина Q_0 . Это зависит, во-первых, от состава смеси и начертания изотермы, которая в области высоких давлений имеет более крутую ветвь, а во-вторых, – от длительности ударной фазы, т. е. практически от длины трубы: чем длиннее труба, тем больше будет расхождение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рахматулин Х. А. Основы газодинамики взаимопроникающих движений сжимаемых сред // ПММ. 1956. Т. 20. Вып. 2.
- [2] Рахматулин Х. А., Хамидов А. А. Решение осесимметричных задач струи идеального газа // Доклады УзССР. 1977. Т. 237. Вып. 3.
- [3] Хамидов А. А. Плоские и осесимметричные задачи о струйном течении идеальной сжимаемой жидкости. Ташкент: Фан, 1978. – 120 с.
- [4] Хамидов А. А., Худойкулов С. И. Теория струй многофазных вязких жидкостей. Ташкент: Фан, 2003. – 140 с.

НИИ ирригации и водных проблем при ТИИМ

Дата поступления
03.06.2016

Нишоннов Ф.Х. Идеал суюқликлар аралашмаси учун тўлиқ энергия тенгламаси

Мақолада суюқликлар аралашмаси учун тўлиқ энергия тенгламасини, яъни қўп компонентали ва қўп фаза, қатламларнинг ўзаро киришувчанлиги, ўзаро таъсирланувчанлигини ҳисобга олган идеал суюқликлар тенгламасини-Коши Лагранж тенгламасига келтирилади.

Nishonov F.H. Equations of energy for mixture of the ideal liquids

Given work is directed on determination and entering to equation to full energy i.e. equation Koshi-Lagranzha for polyphase liquids in condition многокомпонентности, interaction and взаимопроникания between layer of the particles to liquids

УДК 621.771

Р.Х. САЙДАХМЕДОВ, К.Г. БАХАДИРОВ, А.В. СТУЛОВ

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОКАТКИ МЕДНОЙ ПОЛОСЫ

Обработка металлов давлением – один из наиболее прогрессивных способов получения изделий из металлов. Это объясняется высокой производительностью ее основных процессов, улучшением свойств и структуры, качества поверхности и точности размеров изделий после пластической деформации. Не менее важным является ресурсосберегающий характер способов обработки давлением, т.е. значительное сокращение потерь металла в процессе производства по сравнению с другими видами обработки металлов.

Общемировая доля листовой продукции, потребляемой ведущими отраслями промышленности, в объеме выпуска стального проката примерно находится на уровне 45 %. Зарубежные источники прогнозируют в глобальных масштабах ее увеличение до 65 %. В условиях рыночной экономики особое значение приобретают проблемы обеспечения высокой эффективности листовой прокатки – ресурсосбережения, повышения качества и расширения сортамента выпускаемой продукции. Среди путей решения указанных проблем важное место занимает использование элементов высоких технологий [1 – 3].

Постоянно растущая потребность в продукции, получаемой обработкой металлов давлением, объясняет необходимость в разработке современных высокопроизводительных и экономичных технологических процессов.

Прокатка, как и любой другой процесс обработки давлением, основана на способности материалов пластически деформироваться без разрушения. При пластической деформации изменяются не только форма и размеры деформированного тела, но и структура материала.

При продольной прокатке одновременно пластической деформации подвергается не весь объем обрабатываемого металла, а только его небольшая часть, находящаяся вблизи валков.

В [4] рассмотрена загруженность реверсивного стана для процессов холодной прокатки на четырехвалковом прокатном стане методикой Б.В. Кучеряева [5 – 6] и приведены необходимые расчетные формулы. В качестве расчетной базы используем технологическую схему и режимы прокатки по действующей технологической инструкции ТИ-ЦЛ-04-2013 АО «Узметкомбинат» для симметричной прокатки.

С целью оценки загруженности реверсивного стана осуществлен простой и оперативный расчет силовых параметров прокатки (усилие и момент прокатки) медной полосы профилеразматом от 17.9 до 3.0 мм и с 3.0 до 0.5 мм по позициям:

1. Расчет усилия и момента симметричной прокатки при обжатиях по технологической инструкции ТИ-ЦЛ-04-2013 за 9 и 7 проходов соответственно.

2. Расчет усилия и момента симметричной прокатки при обжатиях, обеспечивающих прокатку металла за 7 и 5 проходов, с учетом соблюдения схемы обжатий по проходам, рекомендованной по 1-му этапу настоящей работы.

Максимальным усилием прокатки примем 500 тс [6]. Расчет по первой позиции необходим, чтобы определить приемлемость и погрешность методики расчета Б.В.Кучеряева.

Имеем следующие исходные данные для проката рулона № 140232: толщина полосы до прокатки $h_0=17.9$ мм, после прокатки $h_1=3.0$ мм; радиус рабочих валков $R=256$ мм [4]. Из работы [6] примем коэффициенты, характеризующие медную полосу, $a=10.13$; $b=0.229$.

Технологические показатели симметричной прокатки приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Фактические данные, полученные экспериментальным путем по технологической схеме прокатки с размера 17.9 до размера 3.0 мм

Толщина полосы, мм		Натяжение моталки, т		Давление на валки, т
начальная	конечная	переднее	заднее	
17.9	14.8	12	1.4	208
14.8	12.0	12	4.2	323
12.0	9.3	12	3.1	354
9.3	7.0	12	4.0	404
7.0	5.1	12	3.7	416
5.1	3.9	3.3	3.3	372
3.9	3.0	3.3	3.3	336

Таблица 2

Фактические данные, полученные экспериментальным путем по технологической схеме прокатки с размера 3.0 до размера 0.5 мм

Толщина полосы, мм		Натяжение моталки, т		Давление на валки, т
начальная	конечная	переднее	заднее	
3.0	2.5	3.307	2.091	131
2.5	2.1	3.306	3.307	169
2.1	1.7	3.107	3.206	160
1.7	1.4	2.802	3.107	162
1.4	1.1	2.606	2.806	157
1.1	0.9	2.405	2.606	147
0.9	0.7	2.204	2.405	140
0.7	0.6	1.954	2.204	130
0.6	0.5	1.804	2.004	120

При 1-м проходе (с 17.9 до 14.8 мм) имеем следующие значения: абсолютное обжатие

$$\Delta h = h_0 - h_1 = 17.9 - 14.8 = 3.1 \text{ мм};$$

относительная деформация медной полосы

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\% = \frac{3.1}{17.9} \cdot 100\% = 17.3\% ;$$

проекция дуги захвата на ось прокатки

$$l_d = \sqrt{R \cdot \Delta h - \frac{\Delta h^2}{4}} = \sqrt{256/2 \cdot 3.1 - \frac{3.1^2}{4}} = 19.86.$$

Из формулы Зюзина – Третьякова сопротивление тонких полос меди к деформации при холодной прокатке: $\sigma_S = \sigma_0 + a\varepsilon^b = 70 + 10.13 \cdot 17.3^{0.229} = 89.5$; средняя толщина проката

$$h_{cp} = \frac{h_0 + h_1}{2} = \frac{17.9 + 14.8}{2} = 16.35.$$

Фактор формы очага деформации

$$m = \frac{l_d}{h_{cp}} = \frac{19.86}{16.35} = 1.2146,$$

коэффициент трения по напряжению пластического сдвига

$$\mu_T = \frac{2\varepsilon}{(2-\varepsilon)m} = \frac{2 \cdot 0.173}{(2-0.173) \cdot 1.2146} = 0.1561,$$

а коэффициент трения по нормальному давлению

$$\mu_p = \frac{\mu_T m^\chi}{1 + \mu_T m} = \frac{0.1561 \cdot 1.2146^{0.4}}{1 + 0.1561 \cdot 1.2146} = 0.1418.$$

Коэффициенты, учитывающие влияние переднего

$$\xi_{nep} = \frac{\sigma_{nep}}{\sigma_T^1} = \frac{12}{89.5} = 0.1341$$

и заднего натяжений

$$\xi_{задн} = \frac{\sigma_{задн}}{\sigma_T^0} = \frac{1.4}{70} = 0.02,$$

где $\sigma_{задн}$, σ_{nep} – заднее и переднее натяжение; σ_T^0 и σ_T^1 – предел текучести до и после деформации,

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\Delta h}{2l_d} = \frac{3.1}{2 \cdot 19.86} = 0.078,$$

где угол захвата

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{2l_d}{2R - \Delta h} = \operatorname{arctg} \frac{2 \cdot 19.86}{256 - 3.1} = 0.1558.$$

Высота нейтрального сечения

$$h_n = h_1 + \frac{\Delta h}{2} \left(1 - \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\mu_p} \right) + \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} (\xi_{nep} \cdot h_1 - \xi_{задн} \cdot h_0) \sqrt{3}}{4\mu_T} = 15.849.$$

Напряжение пластического сдвига

$$\tau_T = \frac{\sqrt{\sigma_1 \sigma_{10}}}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{70 \cdot 89.5}}{\sqrt{3}} = 45.689,$$

контактное касательное напряжение

$$\tau^n = \frac{\tau_r \left(2 \ln \frac{h_0}{h_1} + tg \frac{\alpha}{2} \right) + \sigma_{задн} - \sigma_{пер}}{\left(1 + tg^2 \frac{\alpha}{2} \right) \ln \frac{h_0 \cdot h_1}{h_n^2}} tg \frac{\alpha}{2} = 15.091,$$

проекция на ось прокатки части дуги захвата в зоне опережения

$$l_n = \sqrt{R^2 - \left(R - \frac{h_n - h_1}{2} \right)^2} = 11.5776,$$

нейтральный угол

$$\gamma = \arctg \frac{2l_n}{2R - h_n + h_1} = \arctg \frac{2 \cdot 11.5776}{256 - 17.9 + 14.8} = 0.0906,$$

усилие прокатки

$$P = \alpha R \frac{\tau^n}{\mu_p} = 0.1558 \cdot 0.256 \cdot \frac{15.091}{0.1418} = 2.12 MH = 212 \text{ т}.$$

Остальные параметры проходов рассчитаны в программе Excel. Расхождение с расчетом фактических показателей давления металла на валки прокатного стана составляет 2 – 20 %. Максимальный момент прокатки не превышает предельно допустимого показателя.

Анализируя результаты, можно сделать вывод, что предложенная методика приемлема и может быть применена для расчета прокаток.

Анализируя силовые условия симметричной прокатки медной полосы, можно сделать вывод, что загрузка прокатного стана составляет 30 – 80 % от номинальной при прокате полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм и 30 – 40 % от номинальной при прокате полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм.

Используя методику расчета силовых условий, описанную ранее, произведем оценку загруженности реверсивного стана по усилию и моменту симметричной прокатки при обжатиях, обеспечивающих прокатку металла за 7 и 5 проходов с учетом соблюдения схем обжатий по проходам.

Расчет проходов при прокате полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм рассчитан в программе Excel. Аналогично произведен расчет для проката медной полосы с размера 3.0 до 0.5 мм. Из оценки расчетных результатов симметричной прокатки следует, что загрузка прокатного стана будет составлять не более 85% от номинальной при прокате полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм и не более 50% от номинальной при прокате полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм.

Таким образом, загрузка прокатного стана при сокращении количества проходов на 2 (с 9 до 7) при сохранении суммарного обжатия холодной прокатки медной полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм не будет превышать 85 %. При сокращении количества проходов с 7 до 5 и сохранении суммарного обжатия холодной прокатки медной полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм загрузка прокатного стана не будет превышать 50 %.

Для наглядного сравнения построим графическую зависимость давления металла на валки по проходам при прокате полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм по действующей технологической схеме за 9 проходов и сокращенной за 7 проходов (рис. 1).

Графическая зависимость давления металла на валки по проходам при прокате полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм по действующей технологической схеме за 9 проходов и сокращенной за 5 проходов приведена на рис. 2.

Таким образом, проведенный расчет усилия и момента симметричной прокатки при обжатиях по технологической инструкции ТИ-ЦЛ-04-2013 за 9 проходов для проката полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм и за 7 проходов для проката полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм показал незначительные расхождения с фактическими показателями давления металла на валки прокатного стана (2 – 20 %). При этом максимальный расчетный момент проката не превышает предельно допустимого критического значения.

Погрешность является предельно допустимой, так как на практике на усилия и момент проката может влиять большое количество показателей. Таким образом, предложенная методика

по расчету Б.В.Кучеряева приемлема и может быть пригодна для расчета момента и усилия проката.

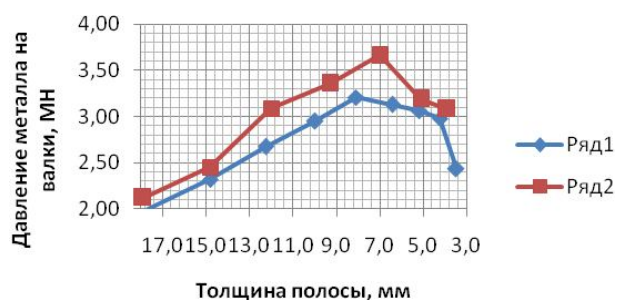


Рис. 1. Давление металла на валки по проходам при прокате полосы с толщины 17.9 до 3.0 мм по действующей технологической схеме за 9 проходов (ряд 1) и сокращенной за 7 проходов (ряд 2)

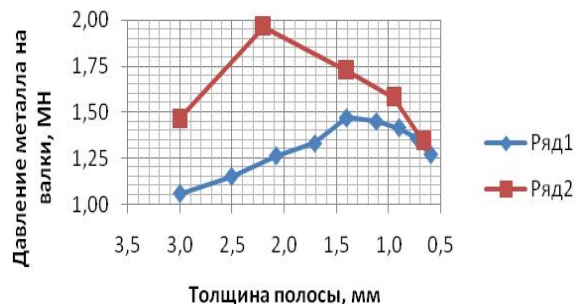


Рис. 2. Давление металла на валки по проходам при прокате полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм по действующей технологической схеме за 9 проходов (ряд 1) и сокращенной за 5 проходов (ряд 2)

Проведенный расчет усилия и момента симметричной прокатки при обжатиях, обеспечивающих прокатку металла за 7 проходов с толщины 17.9 до 3.0 мм с учетом соблюдения схемы обжатий по проходам, рекомендованной ранее, показал, что загрузка прокатного стана не будет превышать 85 %, а при прокате полосы с толщины 3.0 до 0.5 мм за 5 проходов не будет превышать 50 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fatemeh Farhatnia, Salimi M. Effect of entry bending moment on exit curvature in asymmetrical rolling // International Journal of Engineering, Science and Technology, 2011. No. 4. Vol. 3. P. 147 – 163.
- [2] Panu Kiviluoma. Method and device for in situ runout measurement of calender thermo rolls. Doctoral Dissertation PhD: Helsinki, 2009. P. 100.
- [3] Lopes A. L. B. Análise microestrutural das instabilidades plásticas em materiais metálicos, Doctoral Dissertation Aveiro, 2001. P. 227.
- [4] Сайдахмедов Р.Х., Бахадиров К.Г., Стулов А.В. Расчет силовых параметров прокатки медной полосы // Материалы Международной научно-технической конференции "Прочность конструкций, сейсмодинамика зданий и сооружений". Ташкент 12-14 сентября 2016 г. Ташкент, 2016. С. 450 – 453.
- [5] Кучеряев Б.В. Механика сплошных сред (Теоретические основы обработки металлов давлением). Учебник для вузов. М.: МИСиС, 2000. – 320 с.
- [6] Гордеев Е. Реверсивный стан. Инженерная методика расчета усилия и момента прокатки // www.metallopraktik.ru.

Ташкентский государственный технический университет

Дата поступления
31.10.2016

Р.Х. Сайдахмедов, К.Г. Бахадиров, А.В. Стулов. Мис полоса прокаткасининг параметрлари ҳисоби

Реверсив прокатлаш дастгоҳининг юкланганлик даражасини баҳолаш учун содда ҳамда тезкор ҳисоби мис поласаларини симметрик прокатлаб 17.9мм дан 3.0мм гача ва 3.0мм дан 0.5мм гача симметрик прокатлашда ўтимлар сонини технологик инструкция бўйича 9дан 7га ҳамда мос равишда 7дан 5га қисқартирилди. Изланишлар натижаси шуни кўрсатдики, ҳисобланган максимал момент чегаравий руҳсат этилган критик қийматдан ошмайди.

R.Kh. Saidakhmedov, K.G. Bakhadirov, A.V. Stulov. Calculation of rolling copper strip parameters

To assess the workload reversing mill implemented a simple and rapid calculation of force and torque symmetrical rolling of copper strips and shapes from 17.9 to 3.0 mm and from 3.0 mm to 0.5 mm at a reduction in the technological instructions for 9 and 7 passes and 7 and 5 passages, respectively, when the symmetric rolling. It was found that the maximum settlement rolling torque does not exceed the maximum permitted critical value.

О ПЕРЕДАЧЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ТРЕЩИНАХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Цель работы состоит в исследовании механизма передачи напряжений через трещины в железобетонных образцах-дисках, усиленных тканевым углепластиковым волокнистым материалом (УПВМ) при действии усилий и деформаций среза. По результатам испытаний на сдвиг этих железобетонных образцов предложены соответствующие соотношения для оценки несущей способности и жесткости этого механизма.

Решение проблем усиления и реабилитации железобетонных элементов приобрело в последнее время актуальность и практическую значимость в связи с большим числом уже построенных и эксплуатируемых длительное время (40 – 50 лет) зданий и сооружений. Результаты многих проведенных обследований говорят о наличии различных дефектов в несущих конструкциях, которые, развиваясь, со временем могут привести к серьезным последствиям. Наиболее серьезные из них – макротрещины в сечениях, расположенных в зоне действия поперечных сил [1].

Учитывая опасный характер этих дефектов, при расчете усиления таких железобетонных элементов необходимо более четкое понимание механизмов их сопротивления с учетом сдвиговых напряжений и смещений в сечениях с трещинами. В используемых в нашей стране и за рубежом методах расчета предполагается, что эти смещения отсутствуют, а имеет место только нормальное раскрытие трещин. О практическом значении учета этих напряжений и смещений, которые связаны с касательными силами зацепления берегов в трещинах, говорят некоторые важные особенности в поведении железобетонных конструкций, содержащих макротрещины [2].

В практике эксплуатации разработаны различные традиционные методы ремонта и усиления железобетонных элементов с применением элементов из стальных листов и профилей. Вместе с тем в последнее время во многих развитых странах в качестве усиливающих все большее распространение получают полимерные волокнистые тканевые материалы, которые отличаются от традиционных легкостью, повышенной прочностью, стойкостью к коррозии и низкой трудоемкостью применения [3].

Нами были проведены исследования механизма взаимного зацепления берегов трещин в специальных железобетонных образцах, усиленных внешним армированием из углепластиковых волокнистых материалов (УПВМ), и проведена оценка несущей способности и жесткости сечений с трещинами при действии усилий и деформаций среза.

Испытанию подвергались специальные образцы, в которых предварительным раскалыванием образовывалась трещина. Её берега, взаимно сдвигаясь, цепляются друг за друга из-за их шероховатости, обеспечивая передачу через них возникающих в трещине напряжений. Изучены характер зависимости между этими напряжениями и соответствующими им смещениями в трещинах образцов от начальных ступеней загрузки и вплоть до разрушения, а также влияние на эту зависимость внутреннего армирования образцов стальными хомутами и их внешнего усиления тканевым полимерным материалом.

Специальные образцы испытаны на срез и сгруппированы в три серии РО, Р и РF. Каждая серия имела по три образца. Образцы серий РО не были армированы хомутами. Образцы P1/PF1, P2/PF2 и P3/PF3 были армированы соответственно 2, 4 и 6 стержнями-хомутами диаметром 6 мм из мягкой стали ($R_s=660.82\text{ МПа}$) перпендикулярно плоскости среза (рис.1, а, б и в).

Различие этих серий заключается в том, что в образцах серии РF дополнительно снабжались внешним армированием из полимерных материалов (рис. 1, г). Армирование стальными хомутами образцов P1 и PF1, P2 и PF2 и P3 и PF3 было соответственно 0.14 %; 0.28 % и 0.42 %. Кроме того, были изготовлены и испытаны шесть цилиндров диаметром 150 мм и высотой 300 мм и шесть кубов с ребром 150 мм ($R=44.55\text{ МПа}$). На рис. 1, а, б и в показана схема армирования опытных образцов [4, 5].

Образцы серии РF были усилены внешне приклеенными листами УПВМ размером 150x340 мм на передней и задней сторонах плоскости среза с ориентацией 90° после раскола горизонтальной нагрузкой по плоскости среза (см. рис.1, г). Серия Р была сохранена как контрольный

образец без внешнего усиления. Для заливки образцов арматурный каркас помещался в деревянные формы.

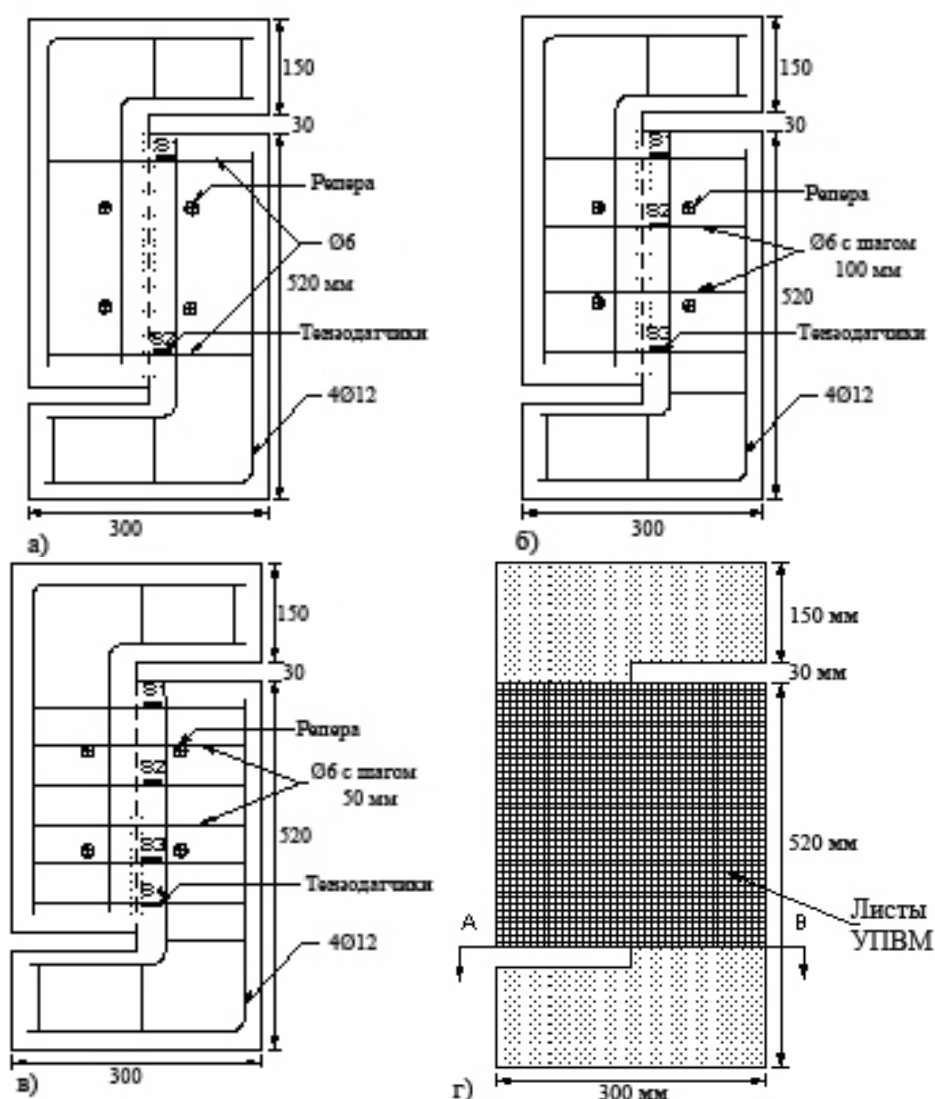


Рис. 1. Схема усиления специальных образцов: а, б и в – внутреннее усиление хомутами образцов P1/PF1 (а), P2/PF2 (б) и P3/PF3 (в); г – внешнее усиление листами УПВМ образцов PF1, PF2 и PF3

Для измерения деформации во внутренних хомутах серий Р и РF использовались тензодатчики с базой измерения 10 мм (см. рис. 1). Образцы серий РО были размещены во внешних ограничителях. Тензодатчики приклеивались также по внешним стержням для измерения деформации бетона. Репера помещали с обеих сторон пролета среза для измерения смещения и первоначальной ширины раскрытия трещин на каждой ступени загрузки. Схема расположения тензодатчиков и реперов показана на рис. 1, а, б и в.

Однако в предельной стадии перед разрушением наблюдалось резкое увеличение сдвигающих смещений в усиленных образцах, что можно объяснить пластическим характером разрушения волокон УПВМ. Испытание на срез показывает, что с увеличением процента внутреннего армирования стальными стержнями–хомутами разрушающая нагрузка увеличивается. Однако в усиленных образцах вклад УПВМ в несущую способность уменьшается с увеличением процента внутреннего армирования.

Жесткость всех усиленных образцов была больше, чем неусиленных, кроме образца РF2. Его жесткость была меньше по сравнению с образцом Р2 из-за меньшей начальной ширины раскрытия трещин. Жесткость железобетонных образцов с большой начальной шириной раскрытия трещин была меньше, чем образцов с меньшей начальной шириной раскрытия трещин. Увеличение процента внутреннего армирования влияло на нормальное смещение в образцах Р1 и Р3 в пре-

дельной стадии несущественно. В образцах наблюдалось, что часть нагрузки воспринимает УПВМ. Отмечалось, что на начальных стадиях нагружения смещение сдвига и ширина раскрытия трещин в усиленных образцах УПВМ были меньше, чем у образцов без УПВМ. Однако эти же значения смещения или ширины раскрытия трещин в усиленных образцах резко возрастали при разрушающей нагрузке по сравнению с образцами без УПВМ. Увеличение нагрузки приводит к увеличению смещения сдвига и ширины раскрытия трещин в образцах без УПВМ прямо пропорционально нагрузке.

Характер разрушения образцов показан на рис. 2 и 3.



Рис. 2. Разрушение по плоскости среза образца P1 (слева)



Рис. 3. Отслаивание листа УПВМ от поверхности бетона образца PF3 (справа)

Максимальная деформация хомутов образцов без УПВМ (серий Р) изменяется в пределах $(2447 - 3052) \cdot 10^{-5}$, тогда как образцов с УПВМ (серий PF) – в пределах $(2805 - 7770) \cdot 10^{-5}$. Увеличение нагрузки приводит к увеличению значения деформации в усиленных образцах УПВМ, а фактическая деформация в стальных хомутах была меньше предельной деформации. В усиленных образцах расколотые поверхности имели признак разделения, далее происходили разрыв листа УПВМ по плоскости среза или отслоения листа УПВМ от поверхности бетона. Внешнее усиление листами УПВМ предотвратило смещения сдвига так же, как расширение трещин. При испытании на срез образцы PF1 и PF2 разрушились разрывом листов УПВМ по плоскости среза, однако, образец PF3 был разрушен отслоением от поверхности бетона.

Таблица 1

Результаты эксперимента неусиленных и усиленных специальных образцов

Детали образцов	Количество и диаметр стальных хомутов, мм	ρ , %	Разрушающая нагрузка, кН	Напряжение сдвига, МПа	Вклад листов УПВМ, кН	Повышение, %
P1	2 D 6	0.14	85.50	2.09	–	–
PF1			131.82	3.23	46.32	54.17
P2	4 D 6	0.28	135.38	3.30	–	–
PF2			167.45	4.10	32.07	23.68
P3	6 D 6	0.42	213.87	5.24	–	–
PF3			228.02	5.58	14.15	6.62

Результаты показывают, что несущая способность усиленных образцов повышается в пределах 7 – 54 % по сравнению с образцами без УПВМ (таблица).

В работах [1, 4] было предложено уравнение для определения сопротивления при сдвиге образца с трещиной за счет зацепления берегов трещин. Зацепление берегов трещин играет большую роль для определения несущей способности железобетонного элемента при действии поперечной силы [4]. При взаимодействии берегов трещин во внутреннем армировании образца возникают дополнительные напряжения в направлении поперек трещины. Сопротивление сдвигу в се-

чении с трещиной можно записать как

$$Q_u = A_s R_s \tan \alpha, \quad (1)$$

где $\tan \alpha$ – коэффициент трения между поверхностями трещины. Деля это уравнение на площадь плоскости среза, получим выражение для определения напряжения сдвига усиленных образцов

$$\tau_R = \rho R_s \tan \alpha. \quad (2)$$

Несущая способность при срезе усиленных образцов была определена по результатам эксперимента.

В усиленных образцах листы УПВМ будут сопротивляться горизонтальному разделению образца (нормальное смещение или раскрытие трещин) и смещениям сдвига по плоскости среза. Волокна, ориентируемые перпендикулярно трещине, будут работать как стальные хомуты. Однако вертикальные волокна (т. е. параллельно трещине) будут действовать как ограничители деформаций для параллельных волокон, а также для предотвращения отслаивания листа УПВМ от поверхности бетона. Предложена возможность использования эмпирического уравнения, учитывающего вклад внешнего усиления в уравнении (2) при помощи регрессионного анализа [3]. По результатам эксперимента напряжение сдвига для усиленных образцов может быть записано следующим образом:

$$\tau_R = 0.88544 \left[\rho R_s \tan \alpha + \left(\frac{2t_f}{b} \right) + \left(\frac{w_f}{S_f} \right) R_{fu} \right] - 2.9802, \quad (3)$$

где $\rho = A_{sw} / A_{crc}$; $\tan \alpha = 1.4$; A_{sw} – площадь стальных хомутов; A_{crc} – площадь плоскости среза;

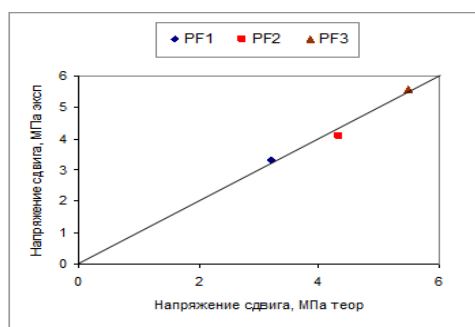


Рис. 4. Теоретическое и экспериментальное исследование усиленных с УПВМ специальных образцов (по уравнению (3), по ординате – экспериментальные, по абсциссе – теоретические значения)

R_s – прочность при растяжении стали; t_f – толщина листа УПВМ; b – ширина плоскости среза; $w_f/S_f = 1$ – ширина, интервала полосы; R_{fu} – предел прочности при растяжении листа УПВМ.

Применимость уравнения (3) ограничена кубиковой прочностью бетона в пределах 30 – 40 МПа. На рис. 4 приведено сравнение теоретических и экспериментальных данных испытанных образцов. Видно, что предложенное уравнение хорошо аппроксимирует экспериментальные значения, позволяет с достаточной точностью определить несущую способность при срезе усиленных образцов УПВМ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ашрабов А.А., Ишанходжаев А.А., Раупов Ч.С. О передаче напряжений в трещинах железобетонных элементов, усиленных полимерными волокнистыми материалами // Проблемы механики. Ташкент, 2006. № 5.
- [2] Залесов А. С., Климов Ю. А. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил. Киев: Будивэлнык, 1989. – 105 с.
- [3] Jayaprakash J., Abdul Aziz A.A., Abang A.A., Ashrabort A.A. External Shear Strengthening Strategies of RC Beams with Bi-Directional Carbon Fibre Reinforced Polymer Sheet. Proceedings of International Conference on Bridge and Hydraulic structures. 2004a. P. 219 – 224.
- [4] Ашрабов А.А., Ахмедов Ш.Б., Каримов И.М. Исследование несущей способности железобетонных элементов, усиленных полимерными волокнистыми материалами // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вопросы развития автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана». Сб. науч. трудов. Ташкент, 2009.
- [5] Ахмедов Ш.Б. Исследование механизма передачи напряжений через трещины в железобетонных элементах // Материалы Республиканской научно-практической конференции. «Роль молодых специалистов в развитии автомобильной промышленности». Сб. науч. трудов. Ташкент, 2015.

Ш.Б. Ахмедов, А.А. Ашрабов. Темирбетон элементлар ёриқларидаги кучланишларнинг узатилиши

Мақолада полимер толали материаллар ёрдамида кучайтирилган ва кўндаланг кучлар таъсирида бўлган темирбетон элементлардаги ёриқлар орқали узатиладиган кучланишларнинг тадқиқот натижалари акс эттирилган. Темирбетон намуналари ёриқларидаги тишлашиш кучларини тажрибавий баҳолашнинг оригинал услуби баён этилган, уларни синовнинг асосий натижалари келтирилган.

Sh.B. Axmedov, A.A. Ashrakov. On shear force transfer across the cracks in RC elements

The paper gives the results studies on force transfer across the cracks in RC elements strengthened by polymer fibrous materials and subjected to shear forces. The original methodology of an experimental estimation of aggregate interlock forces in cracks of tested samples is stated, the basic results of the tests are given.

УДК 624.21.45.004

А.А. ИШАНХОДЖАЕВ, Н.З. СААТОВА

РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОЙ КОРРОЗИИ

В работе [1] разработан метод учета воздействия агрессивной среды в расчетах железобетонных конструкций. Установлено, что точный учет одновременного влияния нагрузок и агрессивной среды представляет сложную задачу. Поэтому в разработке расчетов пролетных строений с учетом неблагоприятного влияния агрессивной среды приняты следующие допущения:

- концентрация агрессивных средств постоянна во времени;
- наиболее интенсивное протекание коррозионных процессов наблюдается в зоне максимальных концентраций агрессивных веществ, с уменьшением концентрации веществ – влияние снижается;
- сечение железобетонного элемента считается состоящим из нескольких слоев, которые различаются по прочностным и деформативным свойствам. Для обеспечения неразрывности деформаций свойства бетона на границах слоев приняты одинаковыми;
- при прочностных расчетах предельные усилия в нормальном сечении определяются из условия равномерного распределения сопротивления бетона сжатию по высоте сжатой зоны;
- суммарная величина напряжений в слоях бетона от нагрузки и структурных напряжений определяется по соответствующим продольным деформациям и модулю деформаций бетона с учетом взаимодействия слоев и перераспределения напряжений по сечению.

Плита проезжей части. По результатам технических обследований и инструментальных исследований и из анализа данных видно, что наиболее сильному воздействию солевой коррозии подвержена плита внешней консоли пролетных строений. В соответствии с Инструкцией [2 – 6] предельные изгибающие моменты в расчетном сечении определяются с учетом коррозии арматуры и дефектов в сжатой зоне бетона через коэффициенты. По этим данным трудно учитывать влияние солевой коррозии бетона на грузоподъемность конструкций.

Расчетную схему внешней консоли плиты, подверженной солевой коррозии, представим в виде, приведенном на рис. 1.

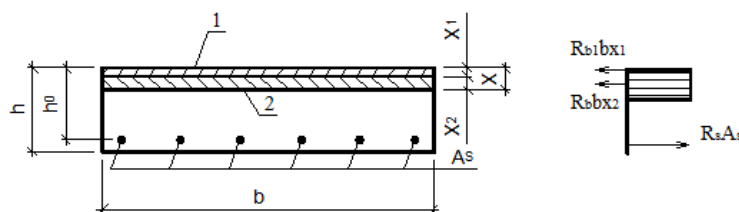


Рис. 1. Расчетная схема плиты проезжей части: 1 – сжатая зона бетона, подверженная солевой коррозии; 2 – сжатая зона, не подверженная солевой коррозии

Предельный момент, воспринимаемый сечением, определяется из условия равновесия

$$M_{cr} = R_{b1}bx_1\left(h_0 - \frac{x_1}{2}\right) + R_{b2}x_2\left(h_0 - x_1 - \frac{x_2}{2}\right), \quad (1)$$

где x_1 – высота сжатой зоны бетона, подверженной солевой коррозии; x_2 – значение высоты сжатой зоны бетона, не подверженной солевой коррозии; R_{b1} – прочность на участках, подверженных солевой коррозии.

Значения x_1 и x_2 определяются следующим образом:

$$R_{b1}bx_1 + R_{b2}bx_2 - R_s A_s = 0. \quad (2)$$

Из уравнения (2) определяем значение

$$x_2 = \frac{R_s A_s + R_{b1}bx_1}{R_{b2}b}. \quad (3)$$

Подставляя (3) в (1), получим значения предельного изгибающего момента:

$$M_{cr} = ax_1^2 + cx_1 + d. \quad (4)$$

Здесь

$$a = 0.5R_{b1} \left(1 - \frac{R_{b1}}{R_b} \right), \quad (5)$$

$$c = R_s A_s, \quad (6)$$

$$d = ch_0 - \frac{c^2}{2R_b b}. \quad (7)$$

В случае отсутствия солевой коррозии $x_1=0$ получим обычное уравнение равновесия для неповрежденного сечения:

$$R_s A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) - M_{cr} = 0, \quad (8)$$

где

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}. \quad (9)$$

При $R_{b1}=R_b$, когда вся сжатая зона подвержена солевой коррозии, получим:

$$R_s A_s \left(h_0 - \frac{x_1}{2} \right) - M_{cr} = 0, \quad (10)$$

$$x_1 = \frac{R_s A_s}{R_b b}. \quad (11)$$

Таким образом, по полученной зависимости (4) можно определить предельный изгибающий момент, воспринимаемый сечением плиты проезжей части, подверженной солевой коррозии. Значение x_1 может быть определено опытным путем [1].

Главная балка. В большинстве случаев [7 – 9] в главной балке солевой коррозии подвержена плита проезжей части, а коррозия бетона в ребре в растянутой зоне встречается редко.

Рассмотрим случай солевой коррозии бетона и арматуры в сжатой зоне главной балки (рис. 2).

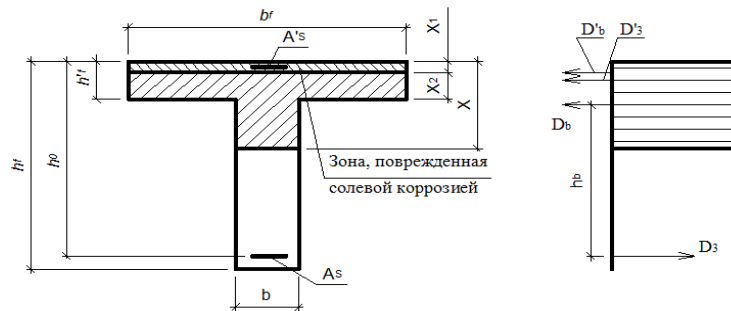


Рис. 2. Расчетная схема главной балки

Предельный изгибающий момент M_{cr} для определения грузоподъемности с учетом солевой коррозии бетона и арматуры в сжатой зоне бетона определяется из уравнения

$$D_b' \left(h_0 - \frac{x_1}{2} \right) + D_3' \left(h_0 - \frac{a_3'}{2} \right) + D_b h_b - M_{cr} = 0, \quad (12)$$

где D_b' и D_b – равнодействующие усилий в сжатой зоне бетона, подверженного и неподверженного солевой коррозии; D_3' – равнодействующее усилие в сжатой арматуре.

В общем случае, когда $x > h_f'$, (1) имеет вид

$$M_{cr} = R_{b1} b_f x_1 \left(h_0 - \frac{x_1}{2} \right) + R_b (h_f' - x_1) b_f \cdot \left[h_0 - (h_f' - x_1) \cdot 0.5 \right] + \\ + R_b b (x - h_f) \left[h_0 - \frac{x - h_f}{2} \right] - R_s A_s' (h_0 - a_s') \quad (13)$$

Высота сжатой зоны x определяется из уравнения равновесия

$$R_{b1} b_f x_1 + R_s A_s' + R_b b_f (h_0 - x_1) + R_b b (x - h_f) - R_s A_s = 0. \quad (14)$$

Отсюда

$$x = \frac{R_s A_s - R_{b1} b h_f' - R_b b_f (h_0 - x_1) - R_s A_s' - R_{b1} b_f x_1}{R_b b}. \quad (15)$$

Значение толщины бетона, поврежденного солевой коррозией x_1 , определяется испытанием бетона [1].

В случае, когда сжатая зона находится в полке плиты $x < h_f'$, предельный изгибающий момент определяется аналогично:

$$M_{cr} = a x_1^2 + c x_1 + d. \quad (16)$$

Здесь

$$a = 0.5 R_{b1} b \left(1 - \frac{R_{b1}}{R_b} \right), \quad (17)$$

$$c = R_s A_s - R_s A_s', \quad (18)$$

$$d = c h_0 - \frac{c^2}{2 R_b b_f}. \quad (19)$$

В случае, когда имеется коррозия арматуры в сжатой зоне, площадь сечения A_s' принимается в виде [9]

$$A_s' = A_{s\phi} \left(1 - 4 \frac{\delta}{d} \right), \quad (20)$$

где $A_{s\phi}$ – площадь сечения арматуры по проекту; δ – глубина коррозии стержня; d – диаметр арматуры.

Таким образом, выполнена оценка влияния солевой коррозии бетона и арматуры на несущую способность элементов пролетного строения. Показано, что грузоподъемность пролетных строений, подверженных солевой коррозии, почти в 2 раза меньше, чем грузоподъемность пролетных строений, не имеющих солевое воздействие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Саатова Н.З. Определение степени солевой коррозии бетона в железобетонных пролетных строениях автодорожных мостов // Межд. науч.-тех. конф. “Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений”. Ташкент, 2016. 12 – 14 сентября. С. 169 – 171.

- [2] Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах /ФДД Минтранса России. М.: Информавтор, 1996. – 150 с.
- [3] Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балочных пролетных строений автодорожных мостов. ВСН 32-78. М.: Транспорт, 1979. – 141 с.
- [4] МШН 4-2004. Инструкция по проведению осмотров мостовых сооружений и труб на автомобильных дорогах. Ташкент, 2007. – 51 с.
- [5] МШН 32-2004. Инструкция по определению грузоподъемности железобетонных балочных пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов. Ташкент, 2007. – 209с.
- [6] Руководство по определению грузоподъемности железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов. МПС. М.: Транспорт, 1989. – 125 с.
- [7] Артамонов В.С., Молгина Г.М. Защита от коррозии транспортных сооружений. М.: Транспорт. 1976. – 192 с.
- [8] Коррозия и защита строительных конструкций и сооружений / Под ред. Ступакова Г.И. Ташкент, 1992. – 49 с.
- [9] Иосилевский Л.И., Щербakov Е.Н., Мамажанов Р. Прогнозирование ресурса элементов, подверженных режимным нагрузениям // Докл. АН УзССР. 1989. № 12. С. 18 – 20.

Ташкентский институт по проектированию,
строительству и эксплуатации автомобильных дорог

Дата поступления
02.11.2016

A.A. Ishanhodjayev, N.Z. Saatova. Туз коррозияси таъсиридаги оралиқ қурилма элементларининг юк қўтарувчанлик қобилиятини ҳисоблаш

Ушбу мақолада оралиқ қурилманинг қўтарувчанлик қобилиятига бетон ва арматура туз коррозияси таъсирини баҳолаш бажарилган. Туз коррозиясига учраган оралиқ қурилманинг юк қўтарувчанлик қобилияти туз таъсирида бўлмаган оралиқ қурилманинг юк қўтарувчанлик қобилиятига нисбатан деярли 2 марта кам.

A.A. Ishanhodjayev, N.Z. Saatova. Calculation of carrying capacity of elements in the spans in salt corrosion conditions

In this paper, the estimation of influence of salt corrosion of concrete and reinforcement on the bearing capacity of the elements of the superstructure. Load span structures subjected to salt corrosion, almost 2 times less than the load span structures without salt exposure.

УЎК 667.21.021.152

И.З. АББАЗОВ, М.Т. ХОЖИЕВ

ПАХТА ТОЗАЛАШ КОРХОНАЛАРИДАГИ ЧАНГ УШЛАГИЧЛАРНИ ИШ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ

Пахта тозалаш корхоналарида чангли ҳавони асосан марказдан қочма чанг ушлагичлардан фойдаланиб тозаланади. Пахтани дастлабки ишлаш жараёни кўпроқ чанг чиқиши билан боғлиқ бўлиб, уни жадаллиги муҳим равишда пахтани тури ва навига, технологик жараён босқичларига боғлиқ.

Пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнини ҳамма босқичлари (териш, ташиш, қуритиш-тозалаш, толани ажратиш, линтерлаш, пресслаш) да мавжуд технологик машиналар ва пневмотранспорт тизимидан чиқаётган чанг ушлагичларда тозаланади. Биринчи босқичларда чанг кўп бўлиб, кейингиларига қараганда уни концентрацияси 1 м³ ҳавога 10 грамм гача бориши мумкин [1].

Чанг таркибига ва шаклига кўра 3 турга бўлинади:

1. Шар шаклига яқин бўлган майда заррачалар;
2. Унча узун бўлмаган икки ўлчамли чанглар;
3. Узун ингичка, учиб юривчи қилсимон чанглар.

Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларида чанг таркибида кўп минерал заррачалари бўлади. Пахтага ишлов беришни кейинги босқичларида минерал чанг камайиб, органик чанглар кўпайиб боради, яъни тола, пахта чигити ёки чаноклар катта тезликда ишлаётган ускуна қисмларига урилиши натижасида органик чанглар кўпаяди.

Пахта тозалаш корхоналарида ишлатиладиган чанг ушлагичлар қуйидагича ишлайди: Вентилятор орқали тортиб олинаётган хом-ашё СС-15А сепаратори орқали ҳаво таркибидан ажратиб олинади. Сепаратор сеткасидан ўтаётган ҳаво оқими билан чанг заррачалари

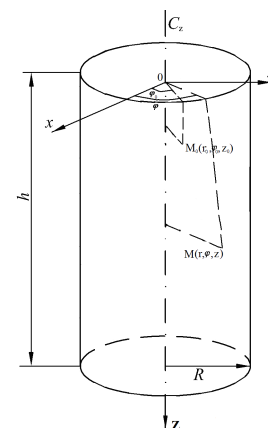
вентиляторга сўрилиб борилади ва ундан худди шундай куч билан чанг заррачалари чанг ушлагичларга етиб боради.

Чанг заррачаларининг катталиги ва оғирлиги чангни траекториясини билишда муҳим аҳамиятга эга. Бундан ташқари, чанг ушлагичга келаётган ҳаво оқимининг тезлиги, динамик ва статик босимини билиш. ҳамда чанг ушлагичларнинг ўлчамларини аниқлаб олиш муҳим аҳамиятга эга.

Албатта, чанг ушлагичларда чанг заррачаларини ҳаракат траекторияси ва уларнинг массасини миқдорига қараб ўтиш йўлини билиш муҳим аҳамиятга эга.

Чанг ушлагичларни конструктив тузилишини инобатга олиб, уни ишчи камерасида чанг заррачаларини ҳаракатини таҳлил қиламиз. 1-расмда келтирилган схемага асосланиб, унга таъсир қилувчи кучларни кўрсатамиз. Ҳаракат траекториясини фазовий кўринишда тасвирлаш учун x , y , z ўқлари кесимида таъсир этувчи кучларни ифодалаймиз.

Бизнинг фикримизча, пахта тозалаш корхоналаридан чиқаётган чангли чиқиндиларни тозалаш жараёнини чанг ушлагич ёрдамида амалга оширса бўлади. Бундай чанг ушлаб қолувчи мослама бир маромда ишлаши учун, чанг ушлагичга кираётган заррача траекторияси ва параметрларини кўриб чиқиб, ҳаво оқимининг ҳаракатланиши тезлигига боғлиқлигини ўрганиш муҳим аҳамиятга эга. Чанг ушлагичга кираётган ҳаво оқими чанг ушлагични девори бўйлаб қанча кўп ҳаракат қилса, ундаги чанг заррачалари кўп ажралади, бундан ташқари келаётган ҳаво оқимининг тезлигига ҳам боғлиқ. Бунинг учун OZ ўқини тепадан пастга вертикал йўналтирамиз, цилиндр координата системасидаги заррача ҳолатини аниқлаймиз [2].



1-расм. Чанг ушлагичга таъсир қилувчи кучлар

$$x = r \cdot \cos \varphi, \quad y = r \cdot \sin \varphi, \quad z = z \quad (1)$$

r , φ , z координаталарини умумлашган координаталар деб қабул қиламиз ва 2-тур Лагранж тенгламасидан фойдаланамиз, яъни

$$\begin{aligned} \frac{d}{dz} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}} \right) - \frac{\partial T}{\partial r} &= Q_r \\ \frac{d}{dz} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} &= Q_\varphi \\ \frac{d}{dz} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{z}} \right) - \frac{\partial T}{\partial z} &= Q_z \end{aligned} \quad (2)$$

бу ерда: T – заррачанинг кинетик энергияси, u қуйидагига тенг

$$T = \frac{1}{2} m (\dot{r}^2 + r \dot{\varphi}^2 + \dot{z}^2) \quad (3)$$

Q_r , Q_φ , Q_z – умумлаштирилган кучлар:

Умумлаштирилган кучларни аниқлашда заррачага таъсир этувчи ҳавонинг қаршилик кучини қўйидагича аниқлаймиз.

$$\vec{F} = F_r \cdot \vec{e}_r + F_\varphi \cdot \vec{e}_\varphi + F_z \cdot \vec{e}_z \quad (4)$$

бу ерда: F_r , F_φ , F_z – ўқлар бўйича ташкил этувчи кучлар. $\vec{e}_r$, $\vec{e}_\varphi$, $\vec{e}_z$ – бирлик векторлар.

Агар α , β , γ йўналтирувчи бурчак косинуслари бўлса, унда қуйидагиларга эга бўламиз.

$$F_r = |F| \cdot \cos \alpha, \quad F_\varphi = |F| \cdot \cos \beta, \quad F_z = |F| \cdot \cos \gamma$$

Ҳавонинг қаршилиги заррача тезлигининг квадратига пропорционал деб оламиз (v_r , v_φ , v_z ҳаво оқими тезлиги r , φ , ва z ўқлари бўйича проекциялари).

У ҳолда

$$|\vec{F}| = c \cdot \rho \cdot \frac{S_0}{2} \left[(v_r - \dot{r})^2 + (v_\phi - r\dot{\phi})^2 + (v_z - \dot{z})^2 \right],$$

бу ерда: c – коэффициент, $c=0.5$.

Координата ўқлари бўйлаб йўналган $\vec{F}$ векторнинг компонентлари қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланади.

$$\begin{aligned} Q_r = F_r &= \frac{c\rho S}{2} \cdot (v_r - \dot{r}) \cdot F_0 \\ Q_\phi = F_\phi &= \frac{c\rho S}{2} \cdot (v_\phi - r\dot{\phi}) \cdot F_0, \\ Q_z = F_z &= \frac{c\rho S}{2} \cdot (v_z - \dot{z}) \cdot F_0 \end{aligned} \quad (5)$$

бу ерда $F_0 = \sqrt{(v_r - \dot{r})^2 + (v_\phi - r\dot{\phi})^2 + (v_z - \dot{z})^2}$.

(3) формуладан T ни ва (4), (5) формулалардан Q_r , Q_ϕ , Q_z ларни (2) га қўйиб r , ϕ , z ларни аниқлаш учун қўйидаги тенгламалар системасини ҳосил қиламиз.

$$\begin{aligned} \ddot{r} &= r \cdot \dot{\phi}^2 + \frac{c \cdot S_0}{2 \cdot m} \cdot (v_r - \dot{r}) \cdot F_0 \\ \ddot{\phi} &= -\frac{2\dot{r}\dot{\phi}}{r} + \frac{c \cdot S_0}{2 \cdot m \cdot r^2} \cdot (v_\phi - r \cdot \dot{\phi}) \cdot F_0 \\ \ddot{z} &= \frac{c \cdot S_0}{2 \cdot m} (v_z - \dot{z}) \cdot F_0 + g \end{aligned} \quad (6)$$

(6) тенгламалар системаси $r=t_0$, $z=z_0$, $\phi=0$, $\dot{r}=0$, $\dot{z}=0$, $\dot{\phi}=0$ бошланғич шартларда Рунге-Кутте усули билан сонли ечилади. Бу тенгламалар системаси ечими чанг заррачаларини цилиндр деворига етиб келиш траекториясини аниқлаймиз.

Чанг заррачасининг цилиндр сиртига етиш вақтини $t=t_0$ билан белгилаб, $t>t_0$ чанг заррачасининг девор бўйлаб ҳаракати учун $v_r=0$ м/с тезликда бўлганлиги учун ҳисобга олмай ушбу дифференциал тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} \ddot{\phi} &= c \cdot \frac{\rho S_0}{2r^2 \cdot m} (v_\phi - r\dot{\phi}) \cdot F_1 - f \cdot \frac{\rho S_0}{2mr^2} \cdot v_r \cdot \frac{r\dot{\phi}}{\sqrt{r^2\dot{\phi}^2 + \dot{z}^2}} \\ \ddot{z} &= c \cdot \frac{\rho S_0}{2 \cdot m} (v_z - \dot{z}) \cdot F_1 - f \cdot \frac{\rho S_0}{2 \cdot m} \cdot v_r \cdot \frac{\dot{z}}{\sqrt{r^2\dot{\phi}^2 + \dot{z}^2}} \end{aligned} \quad (7)$$

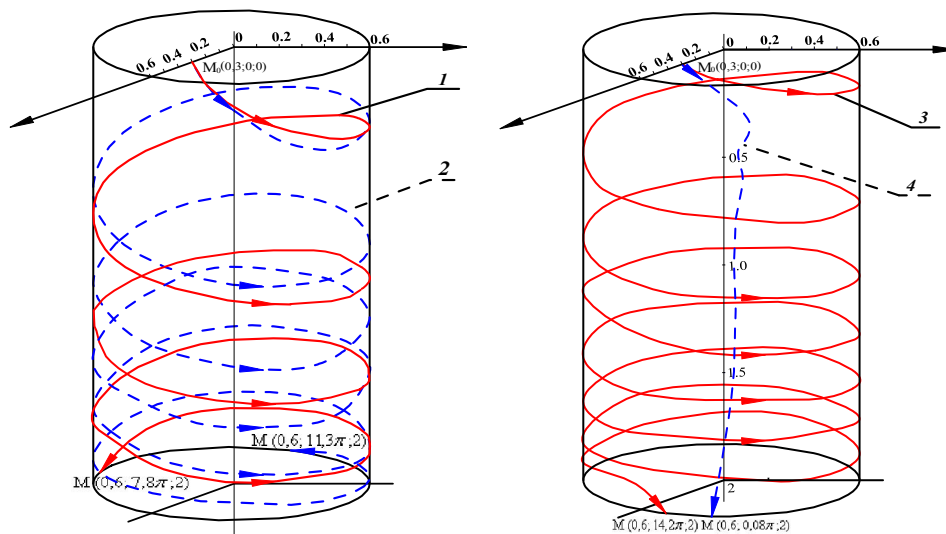
бу ерда: $F_1 = \sqrt{(v_\phi - r\dot{\phi})^2 + (v_z - \dot{z})^2}$

(6) ва (7) тенгламалар системасини биргаликда “Maple-8” электрон ҳисоблаш дастуридан фойдаланиб ҳисоблаймиз, чанг ушлагичга кираётган ҳаво оқимининг умумий тезлиги $v_0 = \sqrt{v_z^2 + v_\phi^2 + v_r^2}$ м/с га тенг деб, ўқлари бўйича чанг ушлагич ишчи қисмига перпендикуляр кирса яъни, цилиндр ички ён сиртига $v_0=0$ м/с бўлганда, чанг ушлагичга кираётган ҳаво оқими қанча вақтда, қандай тезликда деворга тегишини ва унда қанча вақт бўлишини аниқлаймиз.

2-расмда $v_z=0$ бўлганда яъни кираётган заррачаларни z ўқи бўйича тезлиги бўлмаси чанг заррачаларининг чанг ушлагич деворлари бўйлаб ҳар хил v_r ва v_ϕ ўқлари бўйича қийматларида ҳаракатланиш траекторияси келтирилган.

Олинган натижалардан умумий хулоса қилиб, ишчи қисмга перпендикуляр келаётган ҳаво оқимининг умумий тезлиги $v_0=64$ м/с бўлганда, радиус бўйича тезлиги $v_r=0$ м/с, заррачанинг бурчак бўйича тезлиги $v_\phi=64$ м/с га тенг бўлиб, бошланғич нуқтаси $M(0.3; 0; 0)$ бўлган траекториядаги заррача 0.138 секунд давомида камера деворларига етиб боради. 1.862 секунд

давомида девор бўйлаб ҳаракатланиб сўнгра чанг ушлагичнинг пастки қисмига тушиб кетади. Бу ҳаракат давомида заррача 7 марта айланади.



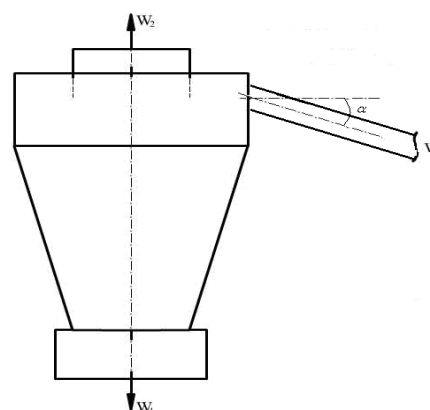
2-расм. $v_z=0$ бўлганда чанг заррачаларининг чанг ушлагич ичига кираётган ҳар хил v_r ва v_ϕ қийматларида ҳаракатланиш траекторияси: 1) $v_r=45$ м/с ва $v_\phi=45$ м/с; 2) $v_r=32$ м/с ва $v_\phi=55$ м/с; 3) $v_r=0$ м/с ва $v_\phi=64$ м/с; 4) $v_r=63,99$ м/с ва $v_\phi=1$ м/с

2 – расмда v_r – кираётган ҳавонинг r ўқи бўйича тезлиги, бу тезлик чанг ушлагич деворига етиб келганидан сўнг нолга тенг бўлади.

Олинган натижаларни асослаш учун ва чанг миқдорини камайтириш мақсадида “Қорасув” пахта тозалаш корхонасида жойлашган ЦС-6 чанг ушлагичлар устида изланишлар олиб бордик.

Изланишларимизнинг асосий мақсади чанг ушлагичга кираётган ҳаво қувурининг қиялигини чанг концентрациясига таъсирини ўрганиш бўлганлиги учун ЦС-6 чанг ушлагичига кираётган ҳаво трубасини горизонтга нисбатан бурчагини $\alpha = 10^\circ$, $\alpha = 20^\circ$ ва $\alpha = 30^\circ$ қия қилиб жойлаштириб чанг концентрациясини чиқишини кузатдик (3-расм).

Чанг ушлагичга кираётган ҳаво қувурининг кириш қиялигини буриб, ҳаво ўтказиши 10 л/мин бўлган риометр лаборатория курилмасидан фойдаланиб “висовой” чанг концентрациясини АФА фильтрининг оғирлигини аниқлаш орқали чангнинг концентрациясини аниқладик. Бу натижалар жадвалда келтирилган [3].



3-расм. Чанг ушлагичларнинг ўзгартирилган схемаси

Чанг концентрациясининг кирувчи ҳаво трубасининг қиялигига боғлиқлиги

Тажрибалар сони	Усуна тури	Ҳаво трубасининг қиялик α бурчаги, град.	Вақт, Т, мин.	Ҳавонинг ҳажми, Q, л/мин	АФА фильтрининг тажрибадан олдинги оғирлиги, g_1 , мг	АФА фильтрининг тажрибадан сўнг оғирлиги, g_2 , мг	Чикаётган чангнинг концентрацияси С мг/м ³
1	ЦС-6	10	5	10	1.221	12.596	250.0
	ЦС-6	20	5	10	1.315	8.140	150.0
	ЦС-6	30	5	10	1.021	10.121	200.0
2	ЦС-6	10	5	10	1.003	11.923	240
	ЦС-6	20	5	10	1.215	6.129	108.0
	ЦС-6	30	5	10	1.321	9.966	190.0
3	ЦС-6	10	5	10	1.256	11.129	217.0
	ЦС-6	20	5	10	1.315	6.002	103.0
	ЦС-6	30	5	10	1.098	6.012	180.0

Графикдан кўриниб турибдики, агарда кириш ҳаво трубасининг ўққа нисбатан қиялик бурчаги $\alpha=20^0$ бўлганда атмосферага чиқаётган чанг концентрацияси паст бўлар экан.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Хожиев М.Т., Аббазов И.З. Пахтани қайта ишлаш жараёнида чиқаётган чанг ҳавони тозалашда заррачаларнинг моделини қуриш // «Механика муаммолари» журнали 2015. № 3 – 4. 82 – 85 б.
- [2] Гудим И., Сажин Б.С. Вихревые пылеуловители и их применение для обеспыливания воздуха на хлопко-заводах // Хлопковая промышленность. Ташкент, 1988. № 4. С. 9 – 12.
- [3] Мирошников Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972. – 486 с.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

20.01.2016 й.
қабул қилинган

И.З. Аббазов, М.Т. Хожиев. Повышение эффективности работы пылеуловителя на хлопкоочистительных предприятиях

В статье показаны пути совершенствования пылеуловителя типа ЦС-6, применяемого для очистки запыленного воздуха на хлопкоочистительных заводах. Обосновано, что предлагаемый способ совершенной системы очистки воздуха будет способствовать сохранению экологии окружающей среды.

I.Z. Abbazov, M.T. Hojiyev. Improving the efficiency of precipitators at ginneries

The article shows the ways to improve the dust collector such as CA-6 which used for cleaning dusty in the air ginneries. The proposed method of improved air purification system will contribute to the conservation of environmental ecology.

УДК 621.01

А. АБДУКАРИМОВ

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПЕРЕДАТОЧНОГО МЕХАНИЗМА С СИММЕТРИЧНЫМ, ДУГООБРАЗНЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ЦЕНТРОВ ВРАЩЕНИЯ ВЕДОМОГО И ВЕДУЩЕГО ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОИЗВОЛЬНЫХ СИММЕТРИЧНЫХ ЦЕНТРОВ

В различных отраслях промышленности [1 – 3] широко применяются валковые технологические машины, к которым предъявляются различные технологические требования [4, 5]. Соответствие валковых машин тем или иным технологическим требованиям предполагает применение различных конструкций как рабочих органов (рабочих валов), так и вспомогательных механизмов. Если к валковым машинам с постоянным межосевым расстоянием рабочих валов предъявляется целый комплекс технологических требований, иногда противоречащих друг другу, то для валковых машин с переменным межосевым расстоянием рабочих валов эти технологические требования гораздо шире и сложнее. Сложность состоит в применении механизмов, также обладающих сложными кинематическими характеристиками. Межвалковый передаточный механизм является одним из ключевых в валковых машинах с переменным межосевым расстоянием рабочих валов с точки зрения обеспечения соответствия предъявленным технологическим требованиям к кинематике машины.

Из классификации двухвалковых модулей [6] широко применяется двухвалковый модуль, оба рабочих вала которого имеют возможность вращаться вокруг собственных осей и симметрично перемещаться относительно друг друга по дуге с некоторыми симметричными центрами вращения [7 – 9]. Однако межвалковые передаточные механизмы для таких валковых машин недостаточно разработаны и исследованы. Нами разработан ряд зубчато-рычажных дифференциальных передаточных механизмов [10 – 12], которые могут применяться в различных конструкциях валковых модулей в зависимости от технологических требований, предъявляемых к конкретной валковой машине. В статье приведен кинематический анализ одного из таких механизмов.

На рисунке приведена расчетная схема кинематики рассматриваемого механизма [10]. Он может быть применен в валковых машинах вертикального типа [2, 7 – 9], где центры вращения

рабочих валов симметрично и дугообразно перемещаются относительно произвольных симметричных центров [6; 13].

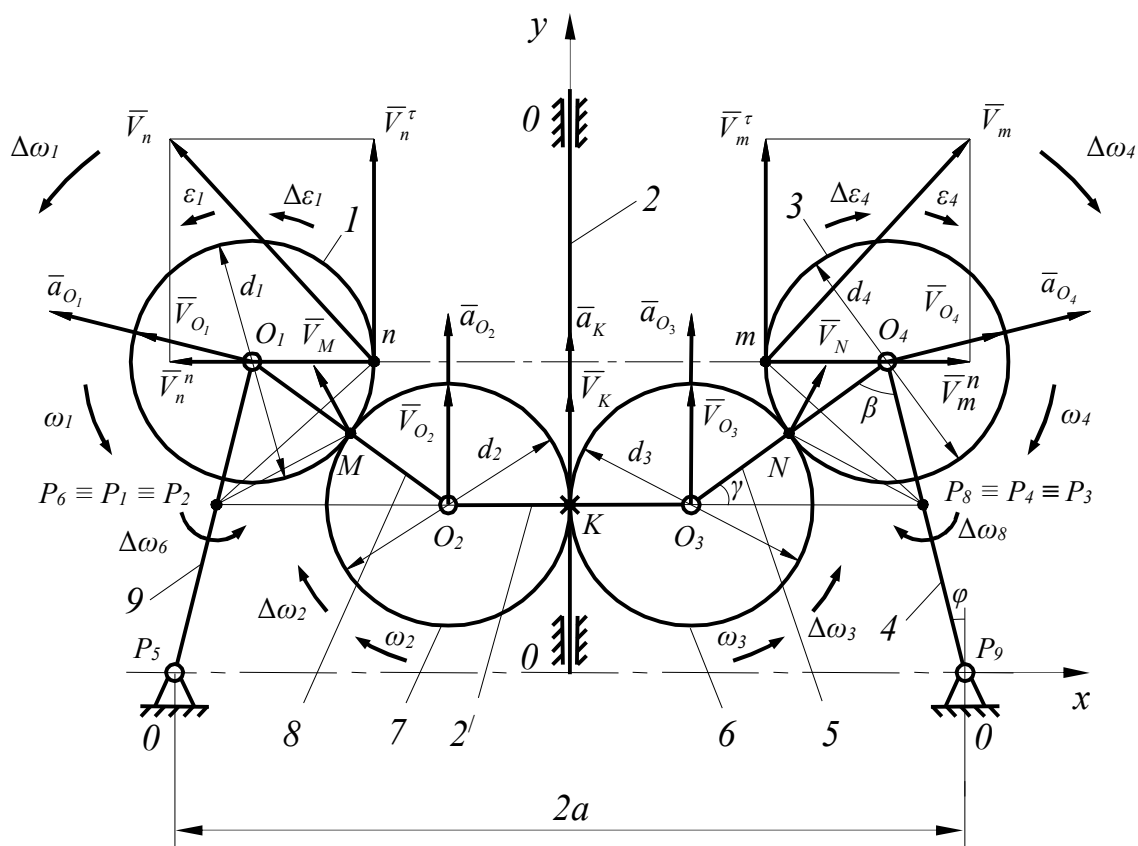
В рассматриваемом передаточном механизме диаметры ведущих и ведомых зубчатых колес и паразитных зубчатых колес попарно равны или диаметры всех зубчатых колес между собой равны [1]. Таким образом, он является частным случаем некоторого обобщенного передаточного механизма. Синхронное вращение ведомого и ведущего зубчатых колес (рабочих валов 1 и 3, так как эти зубчатые колеса жестко закреплены на выходных концах рабочих валов) в момент изменения межосевого расстояния рабочих валов выполняется при условии

$$d_1 = d_4, d_2 = d_3 \quad (1)$$

или

$$d_1 = d_4 = d_2 = d_3 = d \quad (2)$$

и при плоскопараллельном движении рычага O_2O_3 относительно линии, проходящей через точки O_1 и O_4 .



Расчетная схема кинематики зубчато-рычажного дифференциального передаточного механизма с симметричным перемещением зубчатых колес: 1, 3 – ведущее и ведомое зубчатые колеса; 2 – ползун; 4, 5, 8, 9 – рычаги; 6, 7 – промежуточные зубчатые колеса

Законы движения рычагов 4 и 9 определяются уравнением колебаний, зависящих от изменения толщины обрабатываемого материала $x_{o_1}(t), y_{o_1}(t)$ и $x_{o_4}(t), y_{o_4}(t)$, которые будем считать заданными. Известными также являются угловые скорости $\omega_1(t), \omega_4(t)$ и угловые ускорения $\varepsilon_1(t) = \dot{\omega}_1(t), \varepsilon_4(t) = \dot{\omega}_4(t)$ относительно движения ведущего и ведомого зубчатых колес. Рычаг O_2O_3 перемещается вместе с ползуном 2 по направляющей 00 перпендикулярно к линии, проходящей по осям вращения ведущего и ведомого зубчатых колес. Рычажный контур зубчато-рычажного дифференциального передаточного механизма сконструирован так, чтобы центры вращения ведущего и ведомого (O_1, O_4) и центры вращения промежуточных зубчатых колес (O_2, O_3) перемещались зеркально симметрично относительно ползуна крестовины 2, следовательно, можно записать

$$\bar{V}_{O_1} = \bar{V}_{O_4}, \quad (3)$$

$$\bar{a}_{O_1} = \bar{a}_{O_4}, \quad (4)$$

$$\bar{V}_{O_2} = \bar{V}_{O_3}, \quad (5)$$

$$\bar{a}_{O_2} = \bar{a}_{O_3}. \quad (6)$$

В силу формул (1) – (6) запишем

$$\omega_1 = \omega_4, \quad \Delta\omega_1 = \Delta\omega_4, \quad \varepsilon_1 = \varepsilon_4, \quad \Delta\varepsilon_1 = \Delta\varepsilon_4, \quad (7)$$

где $\Delta\omega_1, \Delta\omega_4, \Delta\varepsilon_1, \Delta\varepsilon_4$ – угловые скорости и угловые ускорения, возникающие при изменении межосевого расстояния рабочих валов O_1O_4 . Следовательно, $\Delta\omega_1 = \Delta\omega_4 = \dot{\varphi}$.

Механизм имеет две степени свободы, а рычажный контур механизма – одну степень свободы. Нам известны скорость ($\bar{V}_{O_4}$) и ускорение ($\bar{a}_{O_4}$) точки O_4 , которая является общей точкой для рычажного и зубчатого контуров механизма. Поэтому определение кинематических параметров характерных точек механизма начнем с решения рычажного контура механизма.

Определяем скорости и ускорения точек O_2 и O_3 рычажного контура.

Рычаг 5 (O_3O_4) перемещается плоскопараллельно. Известны направления скоростей ($\bar{V}_{O_3}$ и $\bar{V}_{O_4}$) двух точек (O_3 и O_4) и величина скорости ($\bar{V}_{O_4}$) точки O_4 рычага 5 (O_3O_4), следовательно, можно найти скорость ($\bar{V}_{O_3}$) второй точки (O_3), предварительно определив мгновенный центр вращения (P_8) этого звена и его угловой скорости ($\Delta\omega_8$)

$$\Delta\omega_8 = \frac{\bar{V}_{O_4}}{O_4P_8}. \quad (8)$$

В формуле (8) O_4P_8 определяется из решения треугольника $O_4O_3P_8$

$$O_4P_8 = \left(\frac{d_3}{2} + \frac{d_4}{2} \right) \cdot \frac{\sin \gamma}{\cos \varphi}, \quad (9)$$

где $\sin \gamma$ и $\cos \gamma$ находятся из соотношения

$$a - \frac{d_3}{2} - \left(\frac{d_3}{2} + \frac{d_4}{2} \right) \cos \gamma - OO_4 \cos(90 - \varphi) = 0 \quad (10)$$

С помощью формул

$$\sin \gamma = \frac{\sqrt{(d_3 + d_4)^2 - [2a - d_3 - 2a(OO_4) \sin \varphi]^2}}{d_3 + d_4}, \quad (11)$$

$$\cos \gamma = \frac{2a - d_3 - 2(OO_4) \sin \varphi}{d_3 + d_4}. \quad (12)$$

С учетом формулы (9) формула (8) примет вид

$$\Delta\omega_8 = \frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma}. \quad (13)$$

Линейная скорость ($\bar{V}_{O_3}$) точки O_3 рычага 5 определяется по формуле

$$\bar{V}_{O_3} = \Delta\omega_8 \cdot O_3P_8. \quad (14)$$

С учетом формулы (13) формула (14) примет вид

$$\bar{V}_{O_3} = \frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \cdot O_3 P_8. \quad (15)$$

Из треугольника $O_4 O_3 P_8$ определяем $O_3 P_8$:

$$O_3 P_8 = \left(\frac{d_3 + d_4}{2} \right) \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \varphi}, \quad (16)$$

где угол β определяется из треугольника $O_4 O_3 P_8$ по формуле

$$\beta = 90 - (\gamma - \varphi). \quad (17)$$

Скорость точки N ($\bar{V}_N^8$) в рычаге 5 определяется по формуле

$$\bar{V}_N^8 = \Delta \omega_8 \cdot P_8 N, \quad (18)$$

где $P_8 N$ находится решением треугольника $O_4 O_3 P_8$ по формуле

$$P_8 N = \sqrt{\frac{d_3^2}{4} + (O_3 P_8)^2 - d_3 (O_3 P_8) \cos \gamma}. \quad (19)$$

Следовательно,

$$\bar{V}_N^8 = \frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{d_3^2}{4} + (O_3 P_8)^2 - d_3 (O_3 P_8) \cos \gamma}. \quad (20)$$

Скорости точек m и n ($\bar{V}_m$ и $\bar{V}_n$) в зубчатых колёсах 1 и 3 определяются по формуле

$$V_m = V_n = \Delta \omega_4 \cdot m P_4. \quad (21)$$

Мгновенные центры вращения рычага 5 и зубчатых колес 3 и 6 совпадают $P_8 \equiv P_4 \equiv P_3$, следовательно, мгновенные угловые скорости этих звеньев равны между собой:

$$\Delta \omega_8 = \Delta \omega_4 = \Delta \omega_3.$$

Здесь

$$\Delta \omega_4 = \frac{\bar{V}_{O_4}}{O_4 P_4}. \quad (22)$$

Решением треугольника $m O_4 P_4$ определяется $m P_4$:

$$m P_4 = \sqrt{\frac{d_4^2}{4} + (O_4 P_4)^2 + d_4 (O_4 P_4) \sin \varphi}. \quad (23)$$

С учетом формул (20) и (21) формула (19) примет вид

$$\bar{V}_m = \frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{d_4^2}{4} + (O_4 P_4)^2 + d_4 (O_4 P_4) \sin \varphi}. \quad (24)$$

Нормальные составляющие скорости точек m и n ($\bar{V}_m^n$ и $\bar{V}_n^n$) в ведущем и ведомом зубчатых колесах, соответствующих точкам контактов рабочих валов с обрабатываемым материалом, определяются по формуле

$$\bar{V}_m^n = \bar{V}_n^n = \Delta \omega_4 (O_4 P_4) \cos \varphi. \quad (25)$$

Тангенциальные составляющие скорости точек m и n ($\bar{V}_m^\tau$ и $\bar{V}_n^\tau$) определяются по формуле

$$\bar{V}_m^\tau = \bar{V}_n^\tau = \sqrt{\bar{V}_m^2 - (\bar{V}_m^n)^2}. \quad (26)$$

Таким образом, окончательные угловые скорости рабочих валов находятся по формуле

$$\Omega_4 = \omega_4 \pm \Delta \omega_4 = \Omega_1 = \omega_1 \pm \Delta \omega_1, \quad (27)$$

где знак (+) или (–) определяется в зависимости от направления $\bar{V}_m = \bar{V}_n$.

Для валковых машин с диаметрами рабочих валов D скорости точек контакта рабочих валов с обрабатываемым материалом m и n определяются по формуле

$$\bar{V}_m^D = \bar{V}_n^D = \frac{2D\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{d_4(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{d_4^2}{4} + (O_4P_4)^2 + d_4(O_4P_4)\sin \varphi}. \quad (28)$$

Ускорение характерных точек передаточного механизма и рабочих валов валковых машин, возникающих в зависимости от скорости и ускорения перемещения центров вращения рабочих валов, определяются по формулам

$$\Delta \varepsilon_1 = \Delta \varepsilon_4 = \Delta \dot{\omega}_4 \quad (29)$$

$$a_{O_4} = a_{O_1} = \dot{V}_{O_4}, \quad (30)$$

$$\Delta \varepsilon_8 = \Delta \varepsilon_6 = \Delta \dot{\omega}_8 = \left(\frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \right)', \quad (31)$$

$$a_{O_2} = a_{O_3} = \dot{V}_{O_3} = \left(\frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \cdot O_3P_8 \right)', \quad (32)$$

$$a_m = a_n = \dot{V}_m = \left(\frac{2\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{d_4^2}{4} + (O_4P_4)^2 + d_4(O_4P_4)\sin \varphi} \right)', \quad (33)$$

$$a_m^n = a_n^n = \dot{V}_m^n = (\Delta \omega_4 (O_4P_4) \cos \varphi)', \quad (34)$$

$$a_m^\tau = a_n^\tau = \dot{V}_m^\tau = \left(\sqrt{\bar{V}_m^2 - (\bar{V}_m^n)^2} \right)', \quad (35)$$

$$a_m^D = a_n^D = \dot{V}_m^D = \left(\frac{2D\bar{V}_{O_4} \cdot \cos \varphi}{d_4(d_3 + d_4) \cdot \sin \gamma} \cdot \sqrt{\frac{d_4^2}{4} + (O_4P_4)^2 + d_4(O_4P_4)\sin \varphi} \right)', \quad (36)$$

$$a_m^{Dn} = a_n^{Dn} = \dot{V}_m^{Dn}, \quad (37)$$

$$a_m^{D\tau} = a_n^{D\tau} = \dot{V}_m^{D\tau}. \quad (38)$$

При следующих геометрических параметрах механизма: $d_3=200$ мм; $d_4=300$ мм; $OO_4=600$ мм, приняв $\varphi=0$, $\gamma=0$, по формуле (10) вычисляем a :

$$a = \frac{d_3}{2} + \frac{d_3}{2} + \frac{d_4}{2} = 100 + 100 + 150 = 350 \text{ мм.}$$

Приняв $\varphi=30^\circ$, по формулам (9)–(15) вычисляем: $\sin \varphi=0.5$; $\cos \varphi=0.866$; $\cos \gamma=0.2$; $\gamma=88^\circ 51'$; $\sin \gamma=0.9998$; $\beta=31^\circ 9'$; $\sin \beta=0.5177$; $\cos \beta=0.8559$. Для скорости точки O_4 , $V_{O_4}=0.01$ м/с, вычисляем скорость точки O_2 :

$$V_{O_2} = \frac{2 \cdot 0.01 \cdot 0.866 \cdot (200 + 300) \cdot 0.5177}{(200 + 300) \cdot 0.9998 \cdot 2 \cdot 0.866} = \frac{0.005177}{0.9998} = 0.00517 \text{ м/с.}$$

Числовые расчеты показывают для определенных геометрических параметров механизма и при угле положения механизма $\varphi=30^\circ$, что скорость точки O_2 почти в два раза меньше скорости точки O_4 и меняется пропорционально скорости точки O_2 .

Таким образом, анализ выведенных формул для определения скоростей и ускорений характерных точек механизма показывает, что наличие скорости ($\vec{V}_{O_1} = \vec{V}_{O_4}$) и ускорения ($\vec{a}_{O_1} = \vec{a}_{O_4}$)

центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес приведет к возникновению скоростей ($\vec{V}_{O_2} = \vec{V}_{O_3}$) и ускорений ($\vec{a}_{O_2} = \vec{a}_{O_3}$) центров вращения паразитных зубчатых колес, следовательно, приведет к возникновению их инерционных сил.

Согласно формулам (15) и (32), величина скоростей и ускорений перемещения центров вращения промежуточных зубчатых колес зависит от геометрических параметров механизма и его положения, а также от величины скоростей и ускорений перемещения центров вращения ведомого и ведущего зубчатых колес 1 и 3. Абсолютные угловые скорости и ускорения ведомых и ведущих зубчатых колес синхронно переменные. Следовательно, передаточное отношение механизма является постоянным, не зависит от изменения межосевого расстояния центров вращения ведущих и ведомых зубчатых колес.

Результаты кинематического анализа необходимы для проведения силового анализа и синтеза механизма с учетом геометрических параметров обрабатываемого материала, валкового модуля и технологических требований, предъявляемых к валковой машине.

Из результатов выполненных работ видно, что выведенные формулы пригодны для анализа рассматриваемого механизма. Однако, как отмечали многие ученые, исследовавшие зубчато-рычажные дифференциальные передаточные механизмы [14, 15], слишком громоздки для расчета конкретных числовых параметров без программного продукта для их расчета. В связи с этим разработанный нами графоаналитический метод для кинематического исследования зубчато-рычажных дифференциальных передаточных механизмов на основе применения компьютерной программы «AutoCAD» [16], который обладает наглядностью, удобством контроля результатов и позволяет быстро решать прикладные задачи проектирования, а также развивать инженерную интуицию в способности оценивать возможности механизма по его кинематической схеме является актуальным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Разработка методов расчета, проектирования новой конструкции джина и исполнительных механизмов кожаных валичных отжимных, разводных машин» Института механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН РУз (шифр: АЗ-ФА-0-17872/АЗ-ФА-Ф056). Ташкент, 2012. – 168 с.
- [2] Бахадиров Г. А. Механика отжимной валковой пары. Ташкент: Фан, 2010. – 156с.
- [3] Бурмистров А. Г. Машины и аппараты производства кожи и меха. М.: КолосС, 2006. – 384с.
- [4] Абдукаримов А. Проблемы теории и практики создания современных валковых машин // Проблемы механики. Ташкент, 2011. № 3 – 4. С. 40 – 43.
- [5] Абдукаримов А. Классификация валковых модулей // Проблемы механики. Ташкент, 2012. № 4. С. 48 – 52.
- [6] Абдукаримов А. Классификация двухвалковых модулей, применяемых в валковых машинах с переменным межосевым расстоянием рабочих валов// ДАН РУз. Ташкент, 2014. № 5. С. 34 – 36.
- [7] Патент на полезную модель РУз №FAP 00686. Линия для транспортирования и механической обработки плоского материала/ Бахадиров Г.А., Аманов Т.Ю., Абдукаримов А., Хусанов К.Б., Набиев А.М., Эргашев И.О. // Официальный бюллетень. 2012. № 1.
- [8] Патент на полезную модель РУз №FAP 00912. Устройство для отжима влаги из мокрой кожи/ Аманов Т.Ю., Бахадиров Г.А., Абдукаримов А., Ибрагимов Р.И., Цой Г.Н., Набиев А.М., Хуррамов Ш.Р., Хусанов К., Эргашев И.О. // Официальный бюллетень. 2014. № 6.
- [9] А.С. 1769536. Устройство для разводки и отжима кожполуфабриката/ Аманов Т.Ю., Бахадиров Г.А., Цой Г.Н., Абдукаримов А. 1992.
- [10] Патент на изобретение РУз. №IAP 04934 от 15.07.2014. Зубчато-рычажный передаточный механизм валичных машин (варианты) Вариант 1/ Абдукаримов А., Бахадиров Г.А., Набиев А.М., Сайдахметова Н.Б., Сайдокулов И.Х., Абдукаримов А.А. // Официальный бюллетень. 2014. № 8.
- [11] Патент на изобретение РУз. №IAP 04934 от 15.07.2014. Зубчато-рычажный передаточный механизм валичных машин (варианты) Вариант 2/ Абдукаримов А., Бахадиров Г.А., Набиев А.М., Сайдахметова Н.Б., Сайдокулов И.Х., Абдукаримов А.А. // Официальный бюллетень. 2014. № 8.
- [12] Патент на изобретение РУз. №IAP 04934 от 15.07.2014. Зубчато-рычажный передаточный механизм валичных машин (варианты) Вариант 3/ Абдукаримов А., Бахадиров Г.А., Набиев А.М., Сайдахметова Н.Б., Сайдокулов И.Х., Абдукаримов А.А. // Официальный бюллетень. 2014. № 8.
- [13] Отчет о НИР по теме: «Разработка и обоснование параметров дифференциального передаточного механизма с дугообразным перемещением центра вращения ведомого звена». Ташкент, 2016. – 102 с.
- [14] Левитский Н. И. и др. Теория и применение зубчато-рычажных механизмов / Отв. ред. Левитский Н.И. М.: Наука, – 140 с.
- [15] Каримов Р. И. Об одном способе управления кинематическими характеристиками ползуна кулачково-рычажного механизма // Прикладные задачи математики и механики («ПЗММ»-2012) // Материалы XX Междуна-

А.Абдукаримов. Етакловчи ва етакланувчи тишли гилдиракларининг айланиш марказлари ихтиёрий симметрик марказлар атрофида симметрик ёйсимон кўчувчи тишли-ричагли дифференциал узатиш механизмнинг кинематик таҳлили

Етакловчи ва етакланувчи тишли гилдиракларининг айланиш марказлари ихтиёрий симметрик марказлар атрофида симметрик ёйсимон кўчувчи тишли-ричагли дифференциал узатиш механизмнинг назарий кинематик таҳлили бажарилди.

A.Abdurkarimov. Kinematic analysis of rack-lever differential gear mechanism with symmetrical, arcuate movement of the centers of rotation of the driven and driving gears with respect to arbitrary symmetric centers

The theoretical analysis was conducted of the kinematics of rack-lever differential gear with symmetrical, arcuate movement of the centers of rotation of the driven and driving gears with respect to arbitrary symmetric centers.

УДК 677.21.019

Х.Т. АХМЕДХОДЖАЕВ, Ш.М. АЗИЗОВ

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХЦИЛИНДРОВОГО ПИЛЬНОГО ДЖИНА

Определение веса хлопка-сырца в рабочей камере пильного цилиндра. При определении действий давления хлопка-сырца на пильный цилиндр приняты следующие допущения:

- сила давления хлопка по длине вала постоянна;
- коэффициент трения между зубьями пилы и хлопка тоже считается постоянным. В

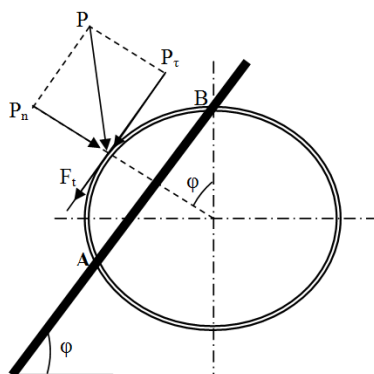


Рис. 1. Давление хлопка на участке AB пилы в зависимости от угла φ :
 AB – колосник; M – точка приложения результирующего давления хлопка;
 P_n – проекция P на нормаль; P_t – проекция P на касательную;
 φ – угол наклона колосника к горизонтали; F_t – сила трения хлопка на пильный цилиндр; f – коэффициент сухого трения

работе [1] исследовано давление сырцового валика на пильный цилиндр и приведены суммарные значения давления хлопка-сырца на участке AB пилы (рис.1) в зависимости от угла наклона колосника φ . Воспользуемся результатами [1] и определим [1, 2].

$$\begin{cases} P_n = P \cdot \cos \varphi, \\ P_t = P \cdot \sin \varphi, \\ F_t = f \cdot P_n = f \cdot P \cdot \cos \varphi. \end{cases}$$

Значения давления хлопка-сырца на пильный цилиндр по длине вала в зависимости от количества пил n приведены в табл. 1.

Определение собственного веса вала с учетом количества пил и междупилых прокладок для одного пильного цилиндра. Материал вала пильного цилиндра – сталь, плотность стали $\rho_{steel}=7800$ кг/м³; диаметр вала пильного цилиндра $d_{axis}=0.06$, м; вес одной пилы $G_{saw}=0.5$, кг; вес одной прокладки $G_p=0.08$, кг; длина междупилых прокладок Δ , в основном, зависит от количества пил.

Длина пильного цилиндра (м) определяется по формуле

$$l = n \cdot \Delta + 2 \cdot \Delta, \text{ м} \quad (1)$$

объем пильного цилиндра (м³) – по

$$V = S \cdot l = \frac{\pi \cdot d_{\text{axis}}^2}{4} \cdot l, \quad (2)$$

вес пильного цилиндра (кг) – по

$$G_{\text{axis}} = \rho_{\text{steel}} \cdot V. \quad (3)$$

Суммарный вес пил (кг) пильного цилиндра находится по формуле

$$G_{\Sigma \text{saw}} = n \cdot G_{\text{saw}}, \quad (4)$$

суммарный вес междупильных прокладок (кг) – по

$$G_{\Sigma p} = n \cdot G_p, \quad (5)$$

суммарный вес пильного цилиндра (кг) – по

$$G_{\Sigma} = G_{\text{axis}} + G_{\text{saw}} + G_p. \quad (6)$$

Таблица 1

Собственный вес вала в зависимости от количества пил

№	<i>n</i>	Δl , м	<i>L</i> , м	<i>V</i> , м ³	<i>G_p</i> , кг	<i>G_{p+pr}</i> , кг	<i>G_Σ</i> , кг
1	60	0.022	1.364	0.0039	30.07	34.8	64.87
2	60	0.018	1.116	0.0032	24.6	34.8	59.40
3	60	0.017	1.054	0.0030	23.2	34.8	58.03
4	60	0.016	0.992	0.0028	21.9	34.8	56.67

В расчетах определены собственный вес вала и пилы в зависимости от количества пил и междупильных прокладок, а также от длины вала (табл. 1, рис. 2).

Таблица 2

Давление хлопка-сырца на пильный цилиндр по длине вала с количеством пил 60 шт.

№	<i>n</i>	<i>P_{max}</i> , N	<i>P_n</i> , N	<i>P_k</i> , N	<i>F_{ip}</i> , N	φ , radian
1	60	60	45.6	45.6	9.12	45°

В плоскости поперечных сечений вала вычислено давление хлопка-сырца по нормам и касательной направления в зависимости от количества пил (табл. 2). При одновременной деформации изгибом с кручением внутреннее усилие в поперечном сечении вала приводит к пяти компонентам:

- 1) крутящему моменту $M_X = M_K$ – относительно геометрической оси *X*;
- 2) изгибающему моменту M_Y – относительно главных центральных осей инерции сечений

J_Y ,

- 3) M_Z – относительно главных центральных осей инерции сечений J_Z ;
- 4) поперечным силам Q_Y – относительно геометрической оси *Y* и
- 5) поперечным силам Q_Z – относительно геометрической оси *Z*.

Так как вал имеет круглое сечение диаметром d_0 , касательные напряжения, определяющиеся силами Q_Y и Q_Z , имеют второстепенное значение и их при расчетах можно не учитывать. В данном случае вал работает на сложное сопротивление. В плоскости *YZ* происходит кручение; в плоскости *XY* и *XZ* – изгиб вала (рис. 3). Моменты определяются по следующим формулам:

$$M_{kr} = \frac{P \cdot D \cdot \sin \varphi}{2} + \frac{F_{tr} \cdot D}{2}, \quad (7)$$

$$\begin{cases} M_y = \frac{q_y \cdot l}{2} \cdot x - \frac{q_y \cdot x^2}{2}, \\ M_z = \frac{q_z \cdot l}{2} \cdot x - \frac{q_z \cdot x^2}{2}. \end{cases} \quad (8)$$

В плоскости YZ происходит кручение, в плоскости XY и XZ – изгиб вала [1 – 3]:

$$q_y = q_{oy} + q_{cyy} + q_{try} \cdot q_z = q_{trz},$$

где q_{oy} – интенсивность давления собственного веса вала с учетом пил и пильных прокладок по оси Y ; q_{cyy} – интенсивность давления сырцового валика по оси Y ; q_{try} – интенсивность силы трения сырцового валика по оси Y ; q_{trz} – интенсивность силы трения сырцового валика по оси Z . По модели статического расчета пильного цилиндра (см. рис. 2) определены внутренние силовые факторы: крутящий момент M_{kr} , изгибающие моменты M_z , M_y соответственно относительно главных осей инерции сечений iY , iZ . В рассматриваемом случае вал работает на сложное сопротивление, т.е. в плоскости YZ – на кручение, в плоскости XZ и XY – на изгиб [2, 3].

Построены эпюры крутящих и изгибающих моментов от давления хлопка-сырца и от давления собственного веса вала пил и междупильных прокладок. Моменты определяются следующей формулой:

$$M_{Kr} = \frac{P \cdot D \cdot \sin \varphi}{2} + \frac{F_t \cdot D}{2}, \quad \begin{aligned} M_y &= q_y \cdot x, \\ M_z &= q_z \cdot x. \end{aligned}$$

Из эпюры $M_{kr}^{\max}$, $M_z^{\max}$, $M_y^{\max}$ видно, что опасным будут сечения вала в середине по его длине. Максимальные нормальные напряжения при изгибе и касательные напряжения определяются, исходя из максимальных значений моментов по формуле

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{M_{kv}}{W} \\ \tau_{\max} &= \frac{M_{kr}}{W} \end{aligned} \right\}. \quad (9)$$

Здесь W – статический момент сопротивления поперечного сечения вала

$$W = 0.1 \cdot d^3 = 21.6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Касательное напряжение, определяющее крутящий момент, достигает наибольшего значения во всех точках контура сечения, а наибольшие нормальные напряжения, определяющие моменты M_y и M_z , создаются в точках края контура сечения, лежащих на концах диаметра, перпендикулярного вектору результирующего изгибающего момента.

По третьей гипотезе прочности определим расчетные значения напряжения σ_p по формуле

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 4\tau_{\max}^2}. \quad (10)$$

По эпюрам крутящих и изгибающих моментов найдены максимальные значения нормальных и тангенциальных напряжений. Их значения в зависимости от количества пил приведены в табл. 5 [1, 4].

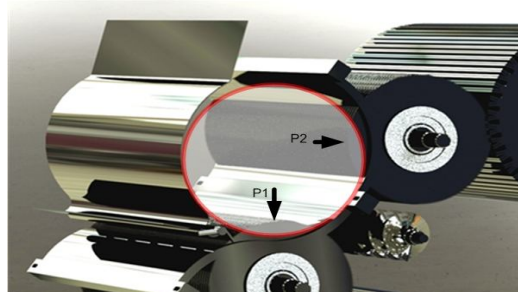


Рис.2. Направление силы статического давления на два пильных цилиндра

Определение собственного веса вала с учетом пилы и междупильных прокладок будет относительно как в одноцилиндровном джине. В расчетах двухцилиндровного джина с пилами по 60 шт, давление сырцового валика на пильный цилиндр в зависимости от объема рабочей камеры принята $P_1=35\text{Н}$, $P_2=25\text{Н}$ (см. рис. 2) (табл. 3).

Определены давление хлопка-сырца на вал и максимальные значения крутящих и изгибающих моментов для опасных сечений вала, а также проведено сравнение значений моментов в зависимости от ширины междупильных прокладок (табл. 4) [5, 6].

Таблица 3

Интенсивность давления пильного цилиндра, сырьевого валика с учетом силы трения относительно осей Y и Z

№	n	$\Delta l, \text{ м}$	$q, \text{ Н/м}$	$q_n, \text{ Н/м}$	$q_{t-yz}, \text{ Н/м}$	$\Sigma q_{yz}, \text{ Н/м}$	$q_z, \text{ Н/м}$
1	60	0.022	475	44	6.22	525.7	6.22
2	60	0.018	532	54	7.6	593.6	7.6
3	60	0.017	551	57	8.1	615.6	8.1
4	60	0.016	571	60	8.5	640.3	8.5

По модели статического расчета пильного цилиндра определены внутренние силовые факторы: крутящий момент M_{kr} , изгибающие моменты M_z , M_y соответственно относительно главных осей инерции сечений J_y , J_z . В рассматриваемом случае вал работает на сложное сопротивление, т.е. в плоскости Y_z – на кручение, в плоскости X_z и X_y – на изгиб.

Таблица 4

Значения изгибающих моментов инерции с количеством пил в 60 шт. и междупильных расстояний

№	n	$\Delta l, \text{ м}$	$M_{kr}^{\max}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$M_y^{\max}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$M_z^{\max}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$M_{ekv}^{\max}, \text{ Н}\cdot\text{м}$
1	60	0.022	8.24	122.3	2	122.29
2	60	0.018	8.24	92.42	1.34	92.43
3	60	0.017	8.24	85.48	1.19	85.49
4	60	0.016	8.24	78.76	1.06	78.77

Таблица 5

Значение тангенциальных и нормальных напряжений в зависимости от количества пил и междупильного расстояния

№	n	$\Delta l, \text{ м}$	$\tau_{\max} \cdot 10^6, \text{ Н/м}^2$	$\sigma_{\max} \cdot 10^6, \text{ Н/м}^2$	$\sigma_p \cdot 10^6, \text{ Н/м}^2$	$f_{\max}, \text{ м}$	$\theta_{\max}, \text{ рад}$
1	60	0.022	$3.82 \cdot 10^5$	5.66	5.67	$0.01 \cdot 10^{-2}$	$0.485 \cdot 10^{-2}$
2	60	0.018	$3.82 \cdot 10^5$	4.28	4.30	$0.006 \cdot 10^{-2}$	$0.295 \cdot 10^{-2}$
3	60	0.017	$3.82 \cdot 10^5$	3.96	3.97	$0.005 \cdot 10^{-2}$	$0.259 \cdot 10^{-2}$
4	60	0.016	$3.82 \cdot 10^5$	3.65	3.67	$0.004 \cdot 10^{-2}$	$0.224 \cdot 10^{-2}$
5	90	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	8.7	8.71	$0.33 \cdot 10^{-2}$	$0.1 \cdot 10^{-2}$
6	100	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	9.85	9.86	$0.40 \cdot 10^{-2}$	$0.11 \cdot 10^{-2}$
7	110	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	10.89	10.90	$0.45 \cdot 10^{-2}$	$0.13 \cdot 10^{-2}$
8	120	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	13.74	13.75	$0.64 \cdot 10^{-2}$	$0.16 \cdot 10^{-2}$
9	130	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	16.06	16.07	$0.85 \cdot 10^{-2}$	$0.21 \cdot 10^{-2}$
10	120	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	21.39	21.40	$2.04 \cdot 10^{-2}$	$0.40 \cdot 10^{-2}$
11	130	0.017	$5.13 \cdot 10^5$	24.94	24.95	$2.39 \cdot 10^{-2}$	$0.50 \cdot 10^{-2}$

Таким образом, согласно анализу табл. 5, за счет изгиба появляются углы поворота сечений θ_x вала по длине и линейными перемещениями прогибами f_x . Сравнение угла поворота и линейное перемещение пильных цилиндров, имеющих 60, 100, 120 и 130 пильных дисков, значительно отличаются друг от друга в увеличенной пропорциональности. Увеличение числа пильных дисков приводит к 2 – 3 %-ному уменьшению междупильных расстояний, износу пилы, выходу коротких волокон, что снижает качество волокна. С увеличением числа пил возрастает нагрузка на вал, что приводит к ускоренному износу вала и пил.

Использование однокамерного двухцилиндрового джина, имеющего по 60 шт. пил на каждый цилиндр, т.е. 120 шт. пильных дисков, даст возможность сохранить оптимальное междупильное расстояние, которое способствует выходу длинных волокон и уменьшению выхода коротких волокон. Использование двухпильных цилиндров в одной рабочей камере увеличит ресурс

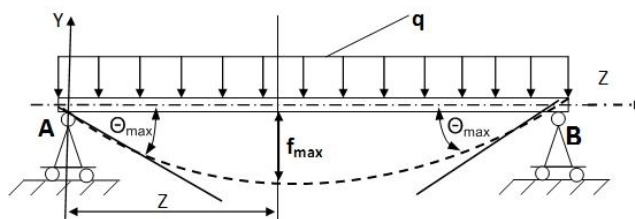


Рис. 3. Углы прогиба и линейное перемещение

работы валов и пил пильного цилиндра в несколько раз, а следовательно, уменьшит время нахождения хлопка в рабочей камере, что приведет к получению качественного волокна.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Miroshechenko G. I. Bases of Designing of Machines of Primary Processing of Cotton. Book Theory of Ginning Machine. Moscow, 1972.
- [2] Никифоров С. Н. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 1966.
- [3] Каримов А.И., Азизов Ш.М. Изучение взаимодействия хлопковых летучек с бугровым колосником пильного джина // Проблемы механики. Ташкент, 2005. № 4. С. 57 – 60.
- [4] Mamatovich A. S., Abdusamat K. Definition of Increasing the Fibre Capturing Surface of Saw Teeth of Cotton Ginning Machine through Mathematic Modelling // World Journal of Mechanics, 2011. N. 1. P. 122 – 126.
- [5] Mamatovich A. S., Abdusamat K., Arras P. The Mathematical Simulation of Brush Drums in a Dual Saw Cylinder Chamber Gin for the Purpose of Increasing the Quantity of Captured Cotton Fiber from Saw // World Journal of Mechanics, 2013. N. 3. P. 58 – 61.
- [6] Mamatovich A. Sh., Axmedhodjaev X. T. Theoretical Analysis of Gin Cylinder for Simulating Dual Saw Cylinder Chamber Gin for Increasing Wear proof, Energy Efficient, Saving Resources, 2015.

Наманганский инженерно технологический институт

Дата поступления
24.10.2016

Х.Т. Ахмедходжаев, Ш.М. Азизов. Бир камерали икки цилиндрли жинни статик юкланганлиги таҳлили
Пахтани дастлабки ишлаш корхоналарида муҳим масалалардан бири бу иш унумдорлигини ошириш сифатини сақлаш орқали ишчи қисмларни ейилишини камайтириши. Жинлаш жараёнида ишчи қисмларни яроқсиз ҳолатга ва ейилишга таъсир этувчи омиллардан бири бу аррали цилиндрда арралар миқдорини ортиши ва камерада пахта хом ашёсини ортиши. Ишчи қисмларни ейилишини олдини олиш ва жинни барқарор ишлашини таъминлаш учун валга таъсир этувчи статик ва динамик юкланганликни камайтириш лозим. Янги конструкциядаги жин ишчи камерасидаги зичликни ва аррали цилиндрга таъсир этувчи юкланганлик даражасини камайтиради ва иш унумини ошириб тола сифатини яхшилайдди. Бу мақолада янги жинни юкланганлик ҳолати таҳлилин кўриб чиқамиз.

H.T. Ahmedhodjayev, Sh.M. Azizov. The static analysis of the stress condition one chamber two saw cylinder gin
At a clap preprocessing, actual are productivity increase ginning and reduction of deterioration of working bodies. To deterioration of a shaft the quantity of saw and weight of a clap of a raw in the working chamber of gin influences. For wear prevention saw cylinder it is necessary to reduce static and dynamic loading by a shaft. In our work we consider the static analysis of the stress condition one chamber two saw cylinder gin. The new design of gin allows, will reduce density in the working chamber, accelerates process ginning and quality of fiber promotes increase.

УДК 629.114.2

А.А. АХМЕТОВ, Ш.А. АХМЕДОВ

КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ, НЕОБХОДИМЫЙ ДЛЯ ПРИВЕДЕНИЯ В ДВИЖЕНИЕ ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВКИ КЛИРЕНСА ТРАКТОРА

Для обеспечения вписываемости конструкции в междурядья с развитыми кустами хлопчатника на серийно выпускаемых универсально-пропашных тракторах производят замену низкоклинренного двухколесного переднего моста на высококлинренсную переднюю одноколесную ось и монтируют дополнительные конечные передачи. С одной стороны, это удорожает стоимость трактора, а с другой – требует дополнительных денежно-трудовых затрат. Но, несмотря на эти трудности, для междурядной обработки посевов хлопчатника в зоне хлопководства в основном используют трехколесные универсально-пропашные тракторы, пренебрегая их недостатками по сравнению с четырехколесными тракторами [1]. Попытки использования для этой цели четырехколесных тракторов из-за их недостаточной агротехнической проходимости не увенчались успехом.

В целях расширения диапазона применения универсально-пропашного трактора за счет повышения его агротехнической проходимости в СКБ «Трактор» проводятся НИР и ОКР по созданию универсально-пропашного трактора с высокой проходимостью, снабженного передним мостом с регулируемым клиренсом [2].

Отличительной особенностью переднего моста (рис.1) этого трактора от его аналогов является то, что у него колено выполнено телескопическим из труб 1 и 11 квадратного сечения. Наружная труба 1 посредством кронштейна 6 и оси-шкворни 7 шарнирно закреплена к балке 8 переднего моста. Для уменьшения трущихся поверхностей к сопрягаемым поверхностям труб попеременно приварены узкие пластинки 10. Телескопическое колено снабжено винтовым механизмом изменения клиренса, позволяющим получать необходимый агротехнический просвет под балкой переднего моста трактора. В винтовой парвинтового механизма, состоящего из ходового винта 2 и гайки 9, применена трапецеидальная резьба, преимуществом которой является высокая прочность витков и технологичность изготовления. Ходовой винт свободно вращается в ту или иную сторону на двух шарикоподшипниках 3 и 4, посаженных посредством обоймы к наружной трубе. Гайка приварена к жестко соединенной с цапфой 12 направляющего колеса 13 внутренней трубе.

При проворачивании в ту или иную сторону ходового винта в передаче «винт – гайка» за счет преобразования вращательного движения в поступательное производится перемещение балки 8 переднего моста трактора вверх или вниз. Привод передачи «винт – гайка» осуществляется вращением ходового винта под действием окружной силы, которая прикладывается к хвостовику 5 ходового винта. Для обеспечения удобства эксплуатации регулировка клиренса трактора должна быть осуществлена усилием механика-оператора без какой-либо посторонней помощи. Следовательно, винтовой механизм должен быть подобран таким образом, чтобы усилие механика-оператора было достаточным при создании крутящего момента для привода винтового механизма в движение.

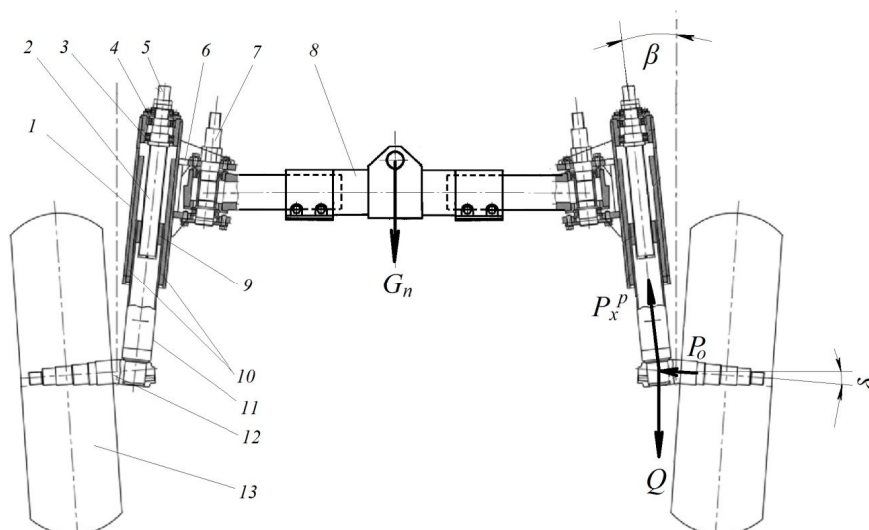


Рис. 1. Передний мост трактора с регулируемым клиренсом и силы, действующей на винтовой механизм

Крутящий момент, необходимый для движения винтового механизма, зависит от конструктивных параметров последнего и внешней нагрузки. Основными конструктивными параметрами винтового механизма являются: угол подъема резьбы; приведенный угол трения в резьбе; средний диаметр упорного подшипника; передаточное число винтовой передачи; средний диаметр, шаг и ход резьбы.

Из схемы сил видно, что под действием внешней нагрузки Q возникают две силы, действующие на цапфу колеса. Одна из них P_x^p направлена по оси колена и ее величина зависит от значения угла β , а другая P_o – по оси полуоси поворотной цапфы и ее величина зависит от значения угла δ .

Рассмотрим основные этапы и последовательность расчета крутящего момента, необходимого для приведения в движение передачи «винт – гайка» в зависимости от параметров винтового механизма переднего моста трактора с регулируемым клиренсом и на его основе возможности регулировки клиренса трактора машинистом-оператором без посторонней помощи.

Момент M_o , необходимый для приведения передачи «винт – гайка» в движение, складывается из момента сопротивления, который возникает в сопряженных витках гайки и винта M_z , и момент, необходимый для преодоления сопротивления в подшипниках M_n , т.е.

$$M_{\partial} = M_{\varepsilon} + M_n. \quad (1)$$

Согласно работе [3], момент сопротивления, возникающий в сопряженных витках гайки и винта, определяется выражением

$$M_{\varepsilon} = 0.5 \cdot d_c \cdot P_x^p \cdot \operatorname{tg}(\alpha_p + \rho'), \quad (2)$$

где d_c – средний диаметр резьбы, мм; P_x^p – расчетное осевое усилие, действующее на ходовой винт под действием внешней нагрузки, Н; α_p – угол подъема резьбы, градус; ρ' – приведенный угол трения в резьбе, градус.

Средний диаметр резьбы

$$d_c = d_n - \frac{1}{2} \cdot s, \quad (3)$$

где d_n – наружный диаметр резьбы, мм; s – шаг резьбы, мм.

С учетом того, что колено поворотной цапфы расположено относительно вертикали под углом наклона β , то расчетное осевое усилие, действующее на ходовой винт под действием внешней нагрузки, будет

$$P_x^p = \frac{Q}{\cos \beta}, \quad (4)$$

где Q – внешняя нагрузка, Н; β – угол наклона колена поворотной цапфы, градус.

При равном распределении на передние колеса силы тяжести, приходящейся на переднюю ось трактора, внешняя нагрузка, действующая на винтовую пару, будет

$$Q = \frac{1}{2} \cdot G_n, \quad (5)$$

где $G_n = m_1 \cdot g$ – сила тяжести трактора, приходящаяся на передний мост, Н; m_1 – масса передней части трактора, приходящаяся на передний мост, кг.

При заданном среднем диаметре и ходе резьбы угол подъема резьбы находят из выражения [3]

$$\alpha_p = \operatorname{arctg} \left(\frac{t_p}{\pi \cdot d_2} \right), \quad (6)$$

где t_p – ход резьбы, мм.

Во избежание самоотвинчивания винтовой пары при действии динамических переменных нагрузок и вибрации должен быть заложен запас самоторможения, определяемый из выражения

$$q = \frac{\rho'}{\alpha_p}, \quad (7)$$

и при $q > 1$ винтовая пара обладает свойством самоторможения.

Здесь приведенный угол трения в резьбе, согласно работе [3], определяется выражением

$$\rho' = \operatorname{arctg} \left(\frac{f_c}{\cos(0.5 \cdot \gamma_{np})} \right), \quad (8)$$

где f_c – коэффициент трения стальной пары «винт – гайка», $f_c = 0.15$; γ_{np} – угол профиля резьбы, градус.

Согласно работе [4], момент, необходимый для преодоления сопротивления в подшипниках, определяется выражением

$$M_{\Pi} = \frac{1}{2} \cdot f_{mp} \cdot P_n \cdot d_o, \quad (9)$$

где f_{mp} – приведенный коэффициент трения; P_n – результирующая нагрузка на подшипник, Н; d_o – диаметр отверстия в подшипнике, мм.

В предложенной конструкции основная нагрузка ложится на два подшипника: № 1 – 1208 ГОСТ 5720-75; № 2 – 8210 ГОСТ 6874-75, следовательно,

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}, \quad (10)$$

где M_{n1} , M_{n2} – момент, необходимый для преодоления сопротивления в подшипниках соответственно № 1 и № 2, Н·мм.

Таким образом, момент, необходимый для приведения передачи «винт – гайка» в движение, в общем виде имеет форму

$$M_o = 0.5 \cdot d_2 \cdot P_x^p \cdot \operatorname{tg}(\alpha_p + \rho') + 0.5 \cdot f_{mp} \sum_i^n P_{ni} \cdot d_{oi}, \quad (11)$$

где i – порядковый номер подшипника; n – число подшипников.

При конкретных параметрах винтового механизма (таблица), заложенных в конструкцию переднего моста с регулируемым клиренсом, выражение (11) позволяет определить величину момента, необходимого для приведения передачи «винт – гайка» в движение, а выражения (3) – (6) и (8) – величину составляющих выражения (11).

Как отмечалось, для осуществления привода передачи «винт – гайка» вращением ходового винта усилием механика-оператора без какой-либо посторонней помощи должно быть соблюдено условие

$$M_o < M_{кл}, \quad (12)$$

где $M_{кл}$ – крутящий момент, создаваемый усилием, прикладываемым машинистом-оператором к рукоятке гаечного ключа, Н·мм.

Исходные данные

Показатели	Значение показателя
Масса трактора, приходящаяся на передний мост m_l , кг	1826
Резьба передачи «винт – гайка»	Трап 50x8 ГОСТ 9484-73
Наружный диаметр резьбы винта d , мм	50
Внутренний диаметр резьбы винта d_1 , мм	41
Шаг резьбы s , мм	8
Число заходов z	1
Угол профиля резьбы α_n , градус	30
Ход резьбы t_p , мм	8
Угол наклона колена поворотной цапфы β , градус	6
Винт ходовой 1033 - 0030051	Материал: сталь 45 ГОСТ 1050, без закалки
Гайка 1033 - 0030052	Материал: сталь 25 ГОСТ 1050, без закалки
Охватываемый размер под гаечный ключ, мм	22

Крутящий момент, создаваемый машинистом-оператором при вращении ходового винта гаечным ключом, будет

$$M_{кл} = P_t \cdot L_{рук}, \quad (13)$$

где P_t – усилие, прикладываемое машинистом-оператором к рукоятке гаечного ключа (окружное усилие), Н; $L_{рук}$ – плечо приложения окружной силы, равное длине рукоятки гаечного ключа, мм.

После подстановки в выражение (11) числовых значений величин, входящих в составляющие выражений (2) и (10), определяем величину момента, необходимую для приведения передачи «винт – гайка» в движение, т.е.

$$M_o = M_c + M_n = M_c + M_{n1} + M_{n2} = 44012.4 + 441 + 1692 = 46145.4 \text{ Н·мм.}$$

Если учесть, что усредненное значение усилия машиниста-оператора при расчетах принято равным 300 Н, а плечо приложения окружной силы для гаечного ключа с охватываемым размером

22 мм за №7 811-0124 ГОСТ 2841-80 равно 180 мм, крутящий момент, создаваемый машинистом-оператором при вращении ходового винта гаечным ключом, будет

$$M_{кл} = P_t \cdot L_{пук} = 300 \cdot 180 = 54000 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

что больше, чем M_{∂} . Следовательно, при заложенных в конструкцию винтового механизма переднего моста разрабатываемого трактора параметрах регулировку его клиренса может осуществить только один машинист-оператор без посторонней помощи. При этом максимальное значение момента, необходимого для приведения передачи «винт – гайка» в движение, будет составлять 46145.4 Н·мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А х м е т о в А. А. Передние мосты универсально-пропашного трактора хлопкового назначения. Ташкент: Фан, 2014. – 176 с.
- [2] Заявка на изобретение FAP 00903. Универсально-пропашной трактор / Ахметов А.А., Рузиев Д., Ахмедов Ш.А. 2016. – 9 с.
- [3] Р а й к о М. В. Расчет деталей и узлов машин. Киев: Техніка, 1966. – 498 с.
- [4] Подшипники качения: Справочник-каталог / Под ред. Нарышкина В.Н. и Коросташевского Р.В. М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

УП СКБ «Трактор»

Дата поступления
23.05.2016

А.А. Ахметов, Ш.А. Ахмедов. Трактор клиренсини ўзгартирувчи винтли механизмни ҳаракатга келтириш учун керак бўладиган буровчи момент

Ушбу мақолада клиренси ўзгарадиган универсал-чопиқ тракторини олдинги кўпригини конструкцияси ҳамда ушбу трактор клиренсини ўзгартирувчи винтли механизмни ҳаракатга келтирувчи буровчи моментнинг ҳисоб-китоби натижалари келтирилган.

A.A. Ahmetov, Sh.A. Ahmedov. The torque required to drive the screw adjustment mechanism clearance tractor

The article presents the design of the front axle universal tractors with adjustable cus-Ransom and the results of calculating the torque required to drive the screw mechanism that produces adjustment clearance tractor.

УЎК 631.316.4.2

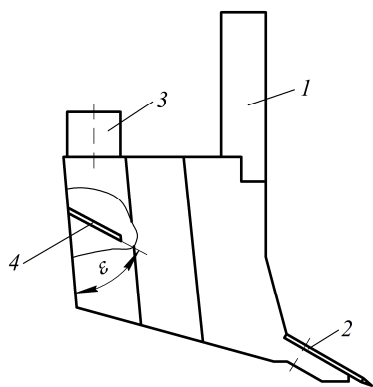
А.ТЎХТАҚЎЗИЕВ, С.ТЕМИРОВ

ЎЎГИТЛАРНИНГ ЎЎГИТЎНАЛТИРГИЧДАГИ ҲАРАКАТИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

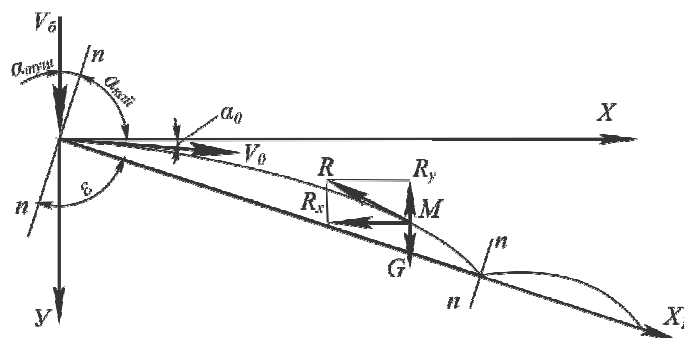
Маълумки, ғўзанинг ўсиш даврида минерал ўғитлар тўла чиритилиб, сўнгра қуритилган ғўнг билан қўшиб солинганда унинг ҳосилдорлиги гектарига 2–3 центнер ортади. Бунда ҳар тонна аммиакли селитрага 2–2.5 т чириган ғўнг қўшиб ишлатиш тасия этилади [1].

Бундай ўғитлар ғўза ривожланишининг биологик хусусиятлари ҳамда ўсиш фазаларини эътиборга олган ҳолда ғўза қатор ораларига култиватор-озиклантиргичлар билан 2–3 марта табақаланган ҳолда солинади. Лекин мавжуд култиваторларнинг ўғит сошниклари уларни агротехник талаблар даражасида солинишини таъминлай олмайди: ўғитлар 8–10 см чуқурликка солинади холос, натижада ўғитларнинг ўсимлик илдизларига етиб бориши қийинлашади. Бундан ташқари, органоминерал ўғитларни солишда мавжуд сошникларни қўллаш уларни тикилиб қолиши туфайли технологик жараёни бузилишига олиб келади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, ғўза қатор ораларига ишлов беришда органоминерал ўғитлар аралашмасини солувчи иш органи ишлаб чиқилди. У устун 1, искана 2, ўғитўтказувчи бўғиз 3, ўғитўналтиргич 4 лардан ташкил топган (1–расм). Унинг технологик иш жараёни қуйидагича кечади: ўғитўтказгичдан тушаётган ўғитлар ўғитўтказувчи бўғиз 3 дан ўтиб, ўғитўналтиргич 4 га ва ундан эса иш органининг исканаси очаетган эгат тубига келиб тушади.



1-расм. Органоминерал ўғитларни ғўза қатор ораларига солувчи иш органи: 1 – устун; 2 – искана; 3 – ўғит ўтказувчи бўғиз; 4 – ўғитийўналтиргич



2-расм. Ўғит бўлагини ўғитийўналтиргичда сакраб ҳаракатланишини тадқиқ этиш схемаси

Ўғитўтказувчи бўғиз 3 дан ўғитийўналтиргич 4 га келиб тушаётган ўғитлар уларнинг физик-механик хоссалари ҳамда ўғитийўналтиргичнинг тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаги ε га боғлиқ равишда унинг сиртида сакраб ёки сирпаниб ҳаракатланиши мумкин. Биринчи ҳолат йўналтиргичнинг тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаги ҳамда ўғитларнинг тикланиш коэффициенти катта кийматга эга бўлганда, иккинчи ҳолат эса улар кичик бўлганда кузатилади.

Ўғитлар ўғитийўналтиргич бўйлаб сакраб ҳаракатланганда, унга V_0 тезлик билан келиб тушган ўғит бўлаги ундан $\alpha_{кай}$ бурчак остида қайтиб, V_0 тезлик билан эркин ҳаракат қилишга ўтади (2-расм).

Зарба назариясига асосан [2]

$$\operatorname{tg} \alpha_{кай} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{муш}}{K_T}, \quad (1)$$

$$V_0 = V_6 \sqrt{\sin^2 \alpha_{муш} + K_T^2 \cos \alpha_{муш}}, \quad (2)$$

бу ерда $\alpha_{муш}$ – ўғит бўлагини ўғитийўналтиргичга келиб тушиш бурчаги, градус; K_T – ўғит бўлагининг тикланиш коэффициенти.

Ўғитийўналтиргичдан V_0 тезлик билан қайтиб, ҳавода эркин ҳаракат қилаётган ўғит бўлагига оғирлик $G=mg$ (m – ўғит бўлагининг массаси, кг; g – эркин тушиш тезланиши, м/с²) ва ҳавонинг қаршилик R кучлари таъсир этади. Ўғит бўлагининг бу кучлар таъсири остидаги ҳаракатини тадқиқ этамиз. Бунинг учун унинг X ва Y ўқлари бўйлаб ҳаракат дифференциал тенгламаларини тузамиз

$$m \frac{dV_x}{dt} = -R_x, \quad (3)$$

$$m \frac{dV_y}{dt} = G - R_y, \quad (4)$$

бу ерда V_x , V_y – ўғитийўналтиргичдан қайтган ўғит бўлаги тезлигининг X ва Y координата ўқларидаги проекциялари, м/с; t – вақт, с; R_x , R_y – ҳавонинг қаршилик кучи R ни X ва Y координата ўқлари бўйича ташкил этувчилари, Н.

Ҳавонинг қаршилик кучи тезликнинг биринчи даражасига пропорционал деб қабул қиламиз [2], яъни $R=mkV_0$ (бунда k – пропорционаллик коэффициенти; V_0 – ўғит бўлагининг эркин ҳаракатдаги тезлиги, м/с). Бунинг ҳамда $G=mg$ эканлигини ҳисобга олсак, (3) ва (4) тенгламалар куйидаги кўринишга эга бўлади

$$\frac{dV_x}{dt} = -kV_x \quad (5)$$

ва

$$\frac{dV_y}{dt} = g - kV_y. \quad (6)$$

Бу тенгламаларни $t=0$ да $V_x=V_0\cos\alpha_0$ ва $V_y=V_0\sin\alpha_0$ (бунда α_0 – ўғит бўлагининг қайтиш тезлиги V_0 билан OX ўқи орасидаги бурчак) бошланғич шартларни ҳисобга олган ҳолда интеграллаб, қуйидаги тенгламаларни оламиз

$$V_x = V_0 e^{-kt} \cos\alpha_0 \quad (7)$$

ва

$$V_y = \frac{g(e^{-kt} - 1) + kV_0 \sin\alpha_0}{ke^{kt}}. \quad (8)$$

Бу ифодаларни қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$\frac{dX}{dt} = V_0 e^{-kt} \cos\alpha_0 \quad (9)$$

ва

$$\frac{dY}{dt} = \frac{g(e^{-kt} - 1) + kV_0 \sin\alpha_0}{ke^{kt}}. \quad (10)$$

(9) ва (10) тенгламаларни бошланғич шартлардан ($t=0$ да $X=0$ ва $Y=0$) келиб чиққан ҳолда интеграллаб, ўғит бўлагини ўғитйўналтиргичдан қайтгандан кейинги ҳаракатини ифодаловчи тенгламаларга эга бўламиз

$$X = \frac{1}{k} V_0 (1 - e^{-kt}) \cos\alpha_0 \quad (11)$$

ва

$$Y = \frac{1}{k} \left[gt - \left(\frac{g}{k} - V_0 \sin\alpha_0 \right) (1 - e^{-kt}) \right]. \quad (12)$$

2–расмда тасвирланган схема ва (1) ифодага асосан

$$\alpha_{муш} = 90^\circ - \varepsilon; \quad (13)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_{кай} = \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T}. \quad (14)$$

(2), (13) ва (14) ифодаларни ҳисобга олган ҳолда, (11) ва (12) тенгламаларни қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

$$X = \frac{1}{k} V_0 \sqrt{\cos^2 \varepsilon + K_T^2 \sin^2 \varepsilon} (1 - e^{-kt}) \cos(\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T} - \varepsilon) \quad (15)$$

ва

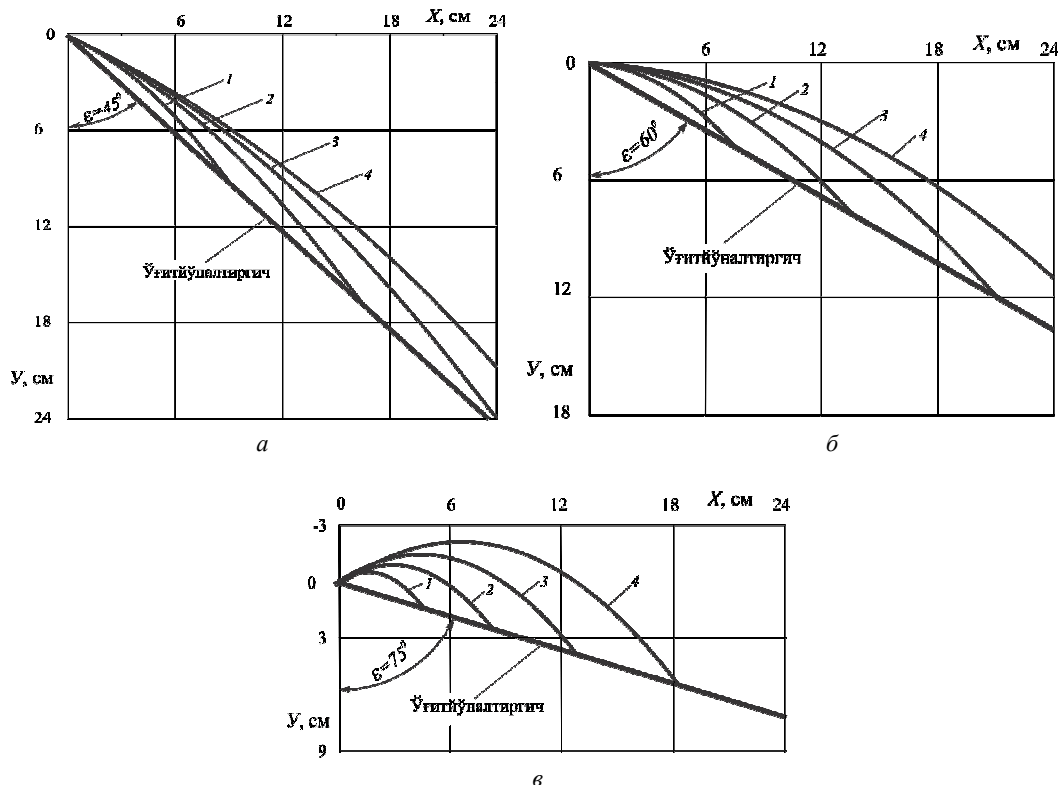
$$Y = \frac{1}{k} \left[gt - \left(\frac{g}{k} - V_0 \sqrt{\cos^2 \varepsilon + K_T^2 \sin^2 \varepsilon} \sin(\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T} - \varepsilon) \right) (1 - e^{-kt}) \right]. \quad (16)$$

Бу тенгламаларни биргаликда ечиб, қуйидаги тенгламага эга бўламиз

$$Y = \frac{g}{k^2} \ln \frac{V_0 \sqrt{\cos^2 \varepsilon + K_T^2 \sin^2 \varepsilon} \cos(\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T} - \varepsilon)}{V_0 \sqrt{\cos^2 \varepsilon + K_T^2 \sin^2 \varepsilon} \cos(\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T} - \varepsilon) - kX} - \frac{g - kV_0 \sqrt{\cos^2 \varepsilon + K_T^2 \sin^2 \varepsilon} \sin(\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T} - \varepsilon)}{kV_0 \sqrt{\cos^2 \varepsilon + K_T^2 \sin^2 \varepsilon} \cos(\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{ctg}\varepsilon}{K_T} - \varepsilon)} X. \quad (17)$$

Бу тенглама ўғит бўлакларини йўналтиргичдан қайтгандан кейинги биринчи сакраши

траекториясининг тенгламаси ҳисобланади. $K_T=0.3$ қабул қилиниб, 3– расмда V_0 тезлик ва ε бурчакнинг турли қийматларида ўғит бўлақларининг биринчи сакрашидаги траекториялари қурилди. Улардан кўриниб турибдики V_0 тезлик ортиши билан ўғит бўлагининг ўғиттаксимлагичдан қайтиш бурчаги, у бўйича сакраш баландлиги ва узунлиги ортиб борган, ε бурчак ортиши билан эса ўғит бўлақларининг қайтиш бурчаги ҳамда сакраш баландлиги ортган, сакраш узунлиги эса камайган.



3-расм. V_0 тезлик ва ε бурчакни турли қийматларида ўғит бўлақларининг сакраш траекториялари:
1, 2, 3, 4 – мос равишда $V_0=1.5; 2.0; 2.5$ ва 3.0 м/с бўлганда; а, б, в – мос равишда $\varepsilon=45, 60, 75^\circ$ бўлганда

Ўғит бўлақларининг кейинги сакрашларини тадқиқ этиш учун уларни биринчи сакрашдан кейин йўналтиргич билан қайта учрашув нуқтасининг координаталарини аниқлаш зарур. Бунга $Y=Xctg\varepsilon$ ва (17) тенгламаларни биргаликда ечиб эришамиз. Бунда дастлаб ўғит бўлақларини ўғитйўналтиргични ишчи сиртига келиб тушиш нуқтасининг координаталари, кейин эса уларнинг тушиш тезликлари аниқланади. Шундан сўнг юқоридаги тартибда ўғит бўлақларининг кейинги сакрашидаги ҳаракат тенгламалари тузилади ва ечилади.

Шуни таъкидлаш лозимки ўғит бўлақлари ўғитйўналтиргичнинг ишчи сиртида сакраб ҳаракатланганда улар тартибсиз ҳамда узликли ҳаракатланади ва шу туфайли иш органи ҳосил қилган эгат тубига бир текис таксимланмайди [3–5]. Бу эса ғўзани нотекис ривожланиши ва ҳосил тўплашига олиб келади.

Ўғитлар ўғитйўналтиргич бўйлаб сирпаниб ҳаракатланганда унга келиб тушган ўғит бўлақлари унинг ишчи сирти бўйлаб $V_0 \cos \varepsilon$ бошланғич тезлик билан сирпана бошлайди.

Ўғитйўналтиргич ишчи сирти бўйлаб X_1 ўқини ўтказамиз (2-расм) ва ўғит бўлагини ушбу ўқ бўйлаб ҳаракатининг дифференциал тенгламасини тузамиз. У қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$\frac{dV_{x_1}}{dt} = g(\cos \varepsilon - f \sin \varepsilon), \quad (18)$$

бунда f – ўғитни ўғитйўналтиргич ишчи сиртига ишқаланиш коэффиценти.

(18) тенгламани $t_1 = 0$ бўлганда $V_{y_1} = V_0 \cos \varepsilon$ ва $X_1 = 0$ шартлар бўйича интегралласак

$$V_{x_1} = V_0 \cos \varepsilon + gt(\cos \varepsilon - f \sin \varepsilon) \quad (19)$$

$$X_1 = V_0 t \cos \varepsilon + g \frac{t^2}{2} (\cos \varepsilon - f \sin \varepsilon) \quad (20)$$

эканлиги келиб чиқади.

Ўғит бўлаклари ўғитйўналтиргичнинг ишчи сиртида сирпаниб ҳаракатланганда сакраб ҳаракатланганга нисбатан иш органи ҳосил қилган эгат тубига бир текис тақсимланади [3–5]. Бунинг натижасида эса ўзанинг бир текис ривожланиши ва ҳосил тўплаши ҳамда тўпланган ҳосилни бир текис пишиб етилиши учун шароит яратилади.

Бажарилган тадқиқотларга [3, 4] асосан ўғит бўлаклари иш органи ўғитйўналтиргичнинг ишчи сирти бўйлаб сирпаниб ҳаракатланиши ва бир текис тақсимланишини таъминлаш учун ўғитйўналтиргичнинг тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаги ε кўпи билан 18° бўлиши мумкин.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Пахтачилик справочниги. Тошкент: Мехнат, 1989. – 500 б.
- [2] Рашидов Т.Р., Шозиётов Ш., Мўминов Қ.Б. Назарий механика асослари Тошкент: Ўқитувчи, 1990. – 584 б.
- [3] Хусаинов С. Изучение технологического процесса и параметров рабочего органа чизель-удобрителя для заделки удобрений на засоленных землях: Дис. ... канд. техн. наук. Янгиюль, 1975. – 166 с.
- [4] Хамидов Ш.А. Обоснование параметров устройства к глубокорыхлителям для глубокого широкополосного внесения органоминеральных удобрений в зоне хлопководства: Дис. ... канд. техн. наук. Янгиюль, 1985. – 166 с.
- [5] Шайхов М.К. Применение скоростной пространственной фотосъёмки для исследования движения сыпучих материалов // НТБ ВИМ. Вып.6. М.: 1969. С.8–11.

Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва
электрлаштириш илмий тадқиқот институт

29.09.2015
қабул қилинган

А. Тухтақузиёв, С. Темиров. Исследование движения туков в туконаправителе

В статье приведены результаты исследований по обоснованию угла установки к вертикали туконаправителя рабочего органа для локального внесения органо-минеральных удобрений в междурядья хлопчатника.

A. Tuxtaquziev, S. Temirov. Study movement the fertilizer in fertilizer guide

The results of studies on the justification installation angle of the fertilizer of the guide relative to the vertical working body for local fertilizer application between the rows of cotton.

УЎК 677.31.051

Б. МАРДОНОВ, О. САРИМСАКОВ

«ХАВО+ПАХТА ХОМАШЁСИ» АРАЛАШМАСИНИ ЎЗГАРУВЧАН КЕСИМГА ЭГА БЎЛГАН ҚУВУР БЎЙЛАБ УЗАТИШ ЖАРАЁНИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

Хаво ва толали материал аралашмасини гетероген аралашма, деб қабул қиламиз ва унинг ҳаракатини ифодалаш учун Х.Рахматуллин [1] тавсия қилган кўп тезликка эга бўлган система назариясидан фойдаланамиз. Гетероген аралашмалар ҳаракати, одатда кўп тезликка эга бўлган, алоҳида фазаларнинг тезликлари ўзаро мос келмагани оқибатида юзага келадиган динамик самараларни ҳисобга олувчи моделлар ёрдамида ифодаланади. Бунда хавони идеал суюқлик ва босим кучини ҳар иккала фаза учун умумий, фазалар орасидаги ўзаро таъсирланишув кучи эса бўлакчалар ҳаракатига тескари йўналган бўлиб, улар тезликларининг айирмасига пропорционал деб қабул қиламиз.

Координата бошини қувурнинг бошланиш кесимида қўйилган, деб қабул қиламиз. Ох ўқини қувур марказий чизиғи бўйлаб йўналтирамиз. Қувурнинг қўндаланг кесими $S=s(x)$ қонуниятига кўра ўзгаради, унинг исталган кесимидаги ҳаракат параметрлари: хаво тезлиги – $u_0(x)$ (0 индекси), пахта бўлакчалари тезлиги $u_1(x)$ (1 индекси) билан белгилаймиз. Аралашманинг ҳаракати жараёнида қаттиқ жисм бўлакчалари томонидан қувур ички деворларига ён босим $q=k_0 p$ (k_0 – ён босим коэффициентини) таъсир кўрсатади. У пахта ҳаракатига тескари йўналган ишқаланиш кучи fql (f – пахта ва қувур ўртасидаги ишқаланиш коэффициентини, $l=l(x)$ – қувур қўндаланг кесими

контури узунлиги) ни ҳосил қилади. Бу куч, масалан, Кулоннинг куруқ ишқаланиш қонуни ёрдамида ифодаланиши мумкин. Қувурнинг $x=0$ кесимида ҳаракатланаётган массага u_0 тезликка эга бўлган ҳаво оқими таъсир кўрсатаётган бўлсин. [1] га кўра қувур деворидаги ишқаланиш кучини эътиборга олган ҳолда аралашма компонентларининг бир ўлчамли ҳаракати тенгламаси ва массанинг сақланиш қонунини қуйидагича ёзамиз:

$$\rho_0 u_0 \frac{du_0}{dx} = -\frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} \frac{dp}{dx} + k(u_1 - u_0) \quad (1)$$

$$\rho_1 u_1 \frac{du_1}{dx} = -\frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} \frac{dp}{dx} - k(u_1 - u_0) - k_0 l f p (1-m)/s \quad (2)$$

$$\rho_0 u_0 s = u_0 \rho_0 s_0 = \text{const}, \quad \rho_1 u_1 s = u_1 \rho_1 s_0 = \text{const}, \quad \rho_0 = m \rho_0^{(0)},$$

$$\rho_1 = (1-m) \rho_1^{(0)}, \quad \rho_0 = \frac{m}{m_0} \rho_{00}, \quad \rho_1 = \frac{1-m}{1-m_0} \rho_{10} \quad (3)$$

бу ерда ρ_0 , ρ_1 , m – мос равишда қувур исталган кесимидаги ҳаво ва толали материалнинг келтирилган зичлиги ҳамда материалнинг ғоваклиги, $\rho_0^{(0)}$ ва $\rho_1^{(0)}$ – уларнинг ҳақиқий зичликлари, k – аэродинамик қаршилик коэффициентлари, ρ_{00} , ρ_{10} , u_{00} , u_{10} , ва m_0 мос равишда қувурнинг $x=0$ кесимидаги ҳаво ва толали материалнинг амалдаги зичлиги, тезлиги, ҳамда ғоваклиги.

Толали материал тезлигини қувурнинг пахта бўйича иш унуми Q_0 (кг/с) дан келиб чиқиб, топиш мумкин:

$$u_{10} = Q_0 / (1-m_0) \rho_{10} s_0$$

(3) тенгламалардан қуйидагилар келиб чиқади:

$$u_0 = \frac{m_0}{m} \frac{s_0}{s} u_{00}, \quad u_1 = \frac{1-m_0}{1-m} \frac{s_0}{s} u_{10}, \quad \frac{\rho_0}{\rho_0^{(0)}} + \frac{\rho_1}{\rho_1^{(0)}} = 1 \quad (4)$$

Тенгламалар (1) ва (2) ни қўйидаги кўринишга келтирамиз:

$$\rho_0^{(0)} u_0 \frac{du_0}{dx} = -\frac{dp}{dx} + \frac{\rho_0^{(0)}}{\rho_0} k(u_1 - u_0) \quad (5)$$

$$\rho_1^{(0)} u_1 \frac{du_1}{dx} = -\frac{dp}{dx} - \frac{\rho_1^{(0)}}{\rho_1} k(u_1 - u_0) - k_0 l f \frac{\rho_1^{(0)}}{\rho_1} p (1-m)/s \quad (6)$$

(5) ва (6) тенгламалар системасидан $u_0(x)$ ва $u_1(x)$ орасидаги дифференциаль боғланишни аниқлаймиз:

$$\rho_0^{(0)} u_0 \frac{du_0}{dx} - \rho_1^{(0)} u_1 \frac{du_1}{dx} = \frac{k}{m(1-m)} (u_1 - u_0) + \frac{1}{s} l k_0 f p \quad (7)$$

(3) ва (4) тенгликларга кўра, компонентларнинг қувурнинг исталган кесимидаги зичлиги ва тезликлари материалнинг ғоваклиги $m(x)$ орқали ифодаланиши мумкин ва у (7) тенгламадан (4) тенгликлар ёрдамида ҳаво ва материал тезликлари $u_0(x)$, $u_1(x)$ чиқариб юборилгандан сўнг, қуйидаги тенгламани қаноатлантиради:

$$\frac{dm}{dx} = Z(x, m, p) \quad (8)$$

$$Z(x, m, p) = \frac{F_1(m)}{F_0(m)} \frac{s'(x)}{s(x)} + \frac{F_2(m)}{F_0(m)} \frac{s_0}{s(x)} - \frac{k_0 l f l(x) s(x) m^3 (1-m)^3}{s_0^2} p$$

бу ерда $F_0 = \rho_0^{(0)} u_{00}^2 m_0^3 (1-m)^3 + \rho_1^{(0)} u_{10}^2 m^3 (1-m_0)^3$,

$$F_1 = -m(1-m) [\rho_0^{(0)} u_{00}^2 m_0^2 (1-m)^2 - \rho_1^{(0)} u_{10}^2 m^2 (1-m_0)^2],$$

$$F_2 = m(1-m) k[u_{00}m_0(1-m) - u_{10}m(1-m_0)]$$

Компонентлар зичликлари $\rho_0(x)$, $\rho_1(x)$ ва тезликлари $u_0(x)$, $u_1(x)$ (3) ва (4) тенгламалар ёрдамида материал ғоваклиги орқали ифодаланади.

dp/dx ҳосилани топиш учун (3) ни ҳисобга олган ҳолда (1) ва (2) тенгламаларни қўшамиз ва ушбуни оламиз:

$$\rho_{00}u_{00} \frac{du_0}{dx} + \rho_{10}u_{10} \frac{du_1}{dx} = -\frac{dp}{dx} - lk_0fp(1-m)/s$$

$\frac{du_0}{dx}$ ва $\frac{du_1}{dx}$ ҳосилалар ифодаларини қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\frac{dp}{dx} + Z_0(m, x)p = Z_1(x, m, p) \quad (9)$$

$$\text{бу ерда } Z_0 = \frac{l(x)k_0f(1-m)}{s(x)}, \quad Z_1(x, m, p) = F_3(x, m, p) + F_4(x, m),$$

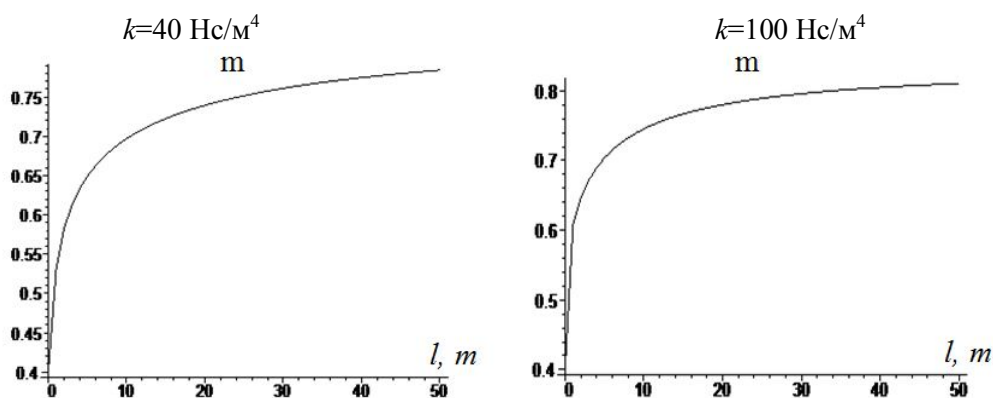
$$F_3 = \frac{s_0^2}{s^2(x)} \frac{Z(x, m, p)}{m^2(1-m)^2} [\rho_{00}u_{00}^2m_0^2(1-m) - \rho_{10}u_{10}^2(1-m_0)^2m],$$

$$F_4 = \frac{s_0^2}{s^2(x)} \frac{s'(x)}{s(x)} \frac{1}{m(1-m)} [\rho_{00}u_{00}^2m_0(1-m) + \rho_{10}u_{10}^2m(1-m_0)]$$

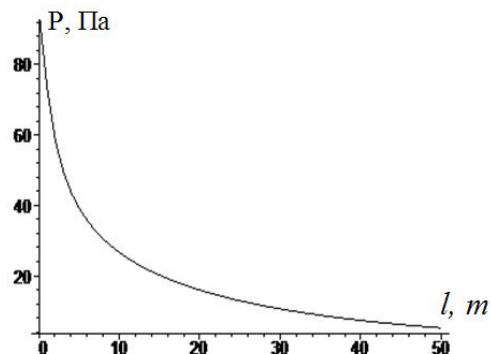
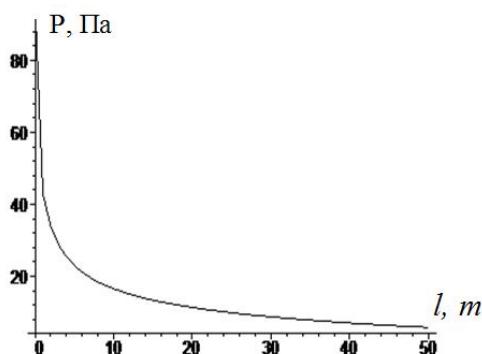
(8) ва (9) тенгламалар биргаликда пахтанинг ғоваклиги ва босимни топиш учун қуйидаги бошланғич шартларни қаноатлантирадиган системани ҳосил қилади: $x=0$ бўлганда $m=m_0$, $p = p_0 = \rho_{00}u_{00}^2/2$.

Тенгламалар дастлаб, хусусий ҳол сифатида кўндаланг кесими ўзгармас бўлган қувур ми-солида параметрларнинг қуйидаги қийматлари $m_0=0.4$, $u_{00}=20\text{ м/с}$, $\rho_{00}=1.2\text{ кг/м}^3$, $Q=10000\text{ кг/соат}$, $\rho_{10}=38\text{ кг/м}^3$, $s=s_0=\pi D^2/4$, $l=\pi D$, $k_0=0.6$ учун ва коэффициент k нинг икки қийматида сонли усулда интегралланган ва натижалар тегишли графикларда кўрсатилган.

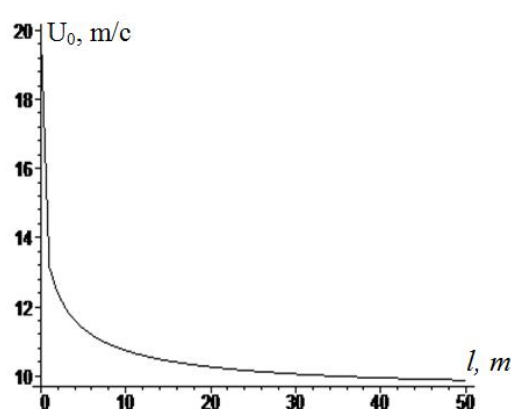
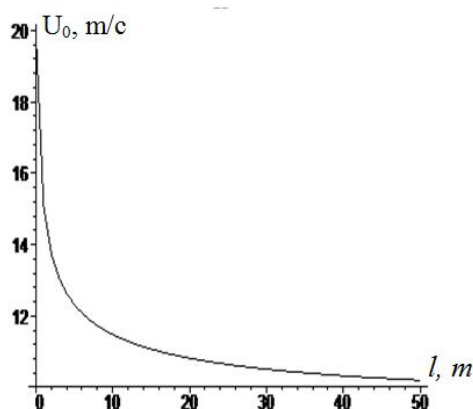
1–4 расмларда қувур диаметри $D=0.4\text{ м}$ бўлганда пахта ғоваклиги $m(x)$, компонентлар тезликлари $u_0(x)$, $u_1(x)$ ва босим $p(x)$ нинг қувур узунлиги бўйича ўзгариши графиклари келтирилган. Ишқаланиш кучининг жараёнга таъсирини аниқлаш учун ҳисоб-китоблар ишқаланиш коэффициентини f нинг турли қийматларида амалга оширилди. Ишқаланиш бўлмаган ҳолда ташилаётган массанинг ҳаракати ўзаро таъсир коэффициентининг нолдан катта ($k>0$) барча қийматларида рўёбга чиқади. Ишқаланиш мавжуд бўлганда эса ҳаракат $k \geq k_n$, (k_n – коэффициент k нинг чегаравий қиймати) бўлган ҳолда амалга ошади. Бу коэффициентнинг кичик қийматларида ($k < k_n$) қувурнинг баъзи кесимида босим нолга тенг бўлиб қолади ва ҳаракат амалга ошмайди. Бу ҳолатлар учун қабул қилинган модель амалда ишламайди. Бошқа барча ҳоллар учун олинган тенгламалар жараёни жуда тўғри ифодалаб беради. Масалан, $f=0.05$, $f=0.1$, $f=0.2$ ва $f=0.3$, бўлганда ўзаро таъсир коэффициентини мос равишда қуйидаги қийматларга эга бўлади: $k_n=8.7\text{ Нс/м}^4$, $k_n=16.8\text{ Нс/м}^4$, $k_n=35.4\text{ Нс/м}^4$, $k_n=50.5\text{ Нс/м}^4$.



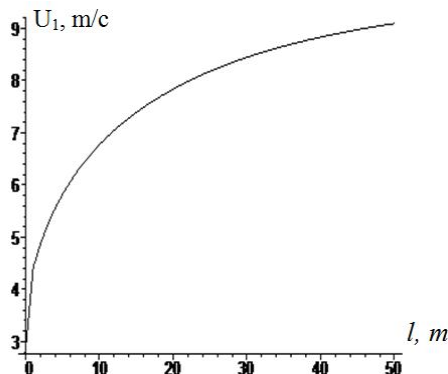
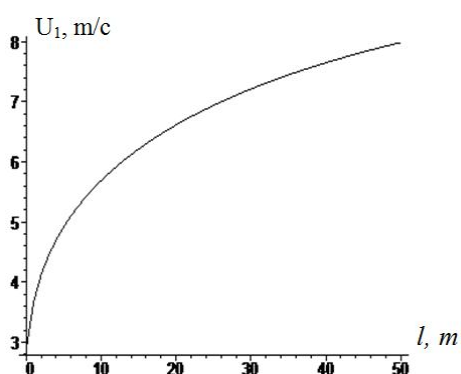
1-расм. Пахта ғоваклигининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши



2-расм. Ҳаво босимининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши



3-расм. Ҳаво тезлигининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши



4-расм. Пахта тезлигининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши

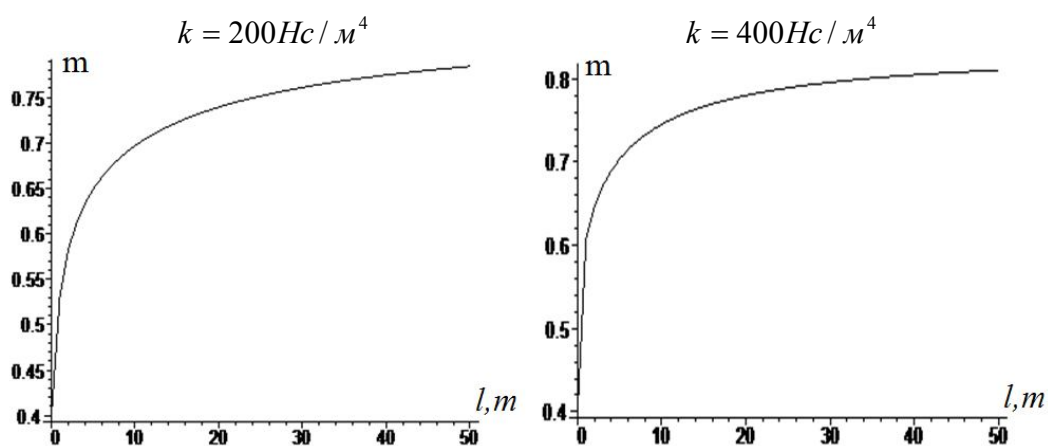
Графиклар ишқаланиш коэффициентининг $f=0.2$ бўлган ҳол учун қурилган. Горизонтал ўқ бўйлаб қувур узунлиги қўйилган. Натижаларга эътибор қаратсак, пахтанинг ғоваклиги қувур узунлиги бўйича кескин ошиши кузатилади (1-расм). Бу албатта табиий. Чунки қувур бошида ҳаво ва пахта тезликлари фарқи катта бўлгани учун ҳаво пахта массасини катта куч билан тортади – у чўзиш деформациясига учрайди. Натижада пахта чўзилади, унинг ҳажми ошади. Бу ўз навбатида пахтанинг ғоваклигини оширади. Худди шу ҳолат пневмотранспорт жараёнида пахта таркибидаги бегона аралашмалар, шу жумладан йирик ва майда ифлосликлар ҳамда оғир жисмларнинг пахтадан ажралишига олиб келади. Олинган модель бу ҳолатни назарий жиҳатдан асослаб бермоқда. Пахта қувур бўйлаб 10–15 м масофани ўтгач ғоваклик деярли ўзгаришсиз қолади.

Ҳаво босими графигига қарасак (2-расм), у қувур узунлиги бўйлаб камайиб бориш хусусиятига эга эканини кўришимиз мумкин. Бунда ўзаро таъсир коэффициентининг кичик қийматларида босим камайиши жуда кескин, катта қийматида эса бундай кескин ўзгариш кузатилмайди. Босим камайиши ҳам табиий, чунки бу босим материални кўчириш (ташиш) учун сарфланади. Ҳаво тезлиги графиклари (3-расм) ҳам босимники каби пасаяувчан хусусиятга эга. Бошланғич 20 м/с тезликка эга бўлган ҳавонинг тезлиги 10 метр атрофидаги масофани ўтгач 10–11 м/с гача тушади. Кейин эса деярли ўзгаришсиз қолади. Пахтанинг тезлиги (4-расм) эса, аксинча

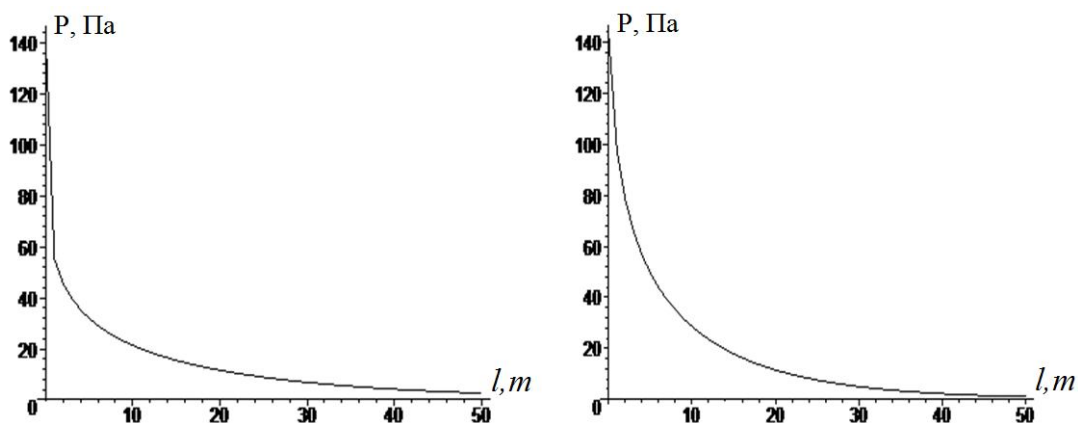
ошиб борувчан хусусиятга эга. Агар графикка эътибор берсак, пахтанинг тезлиги қувурнинг дастлабки 20 метрида жуда кескин, кейинроқ эса мўътадиллашган ҳолда ўзгаради. Бунда ўзаро таъсир коэффициентининг катта қийматида тезликнинг ошиши қувур бошида кескин бўлгани билан, 30 метр атрофида масофа ўтилгандан сўнг нисбатан кам ўзгаради.

Пахтанинг ғоваклиги $m=0.6$ ўзаро таъсир коэффициентининг чегаравий қийматлари мос равишда $k_n=50$ Нс/м⁴, $k_n=100$ Нс/м⁴, $k_n=200$ Нс/м⁴, $k_n=300$ Нс/м⁴ га тенг бўлади. Бошқа параметрлар ўзгаришсиз қолдирилиб, амалга оширилган ҳисоб-китоблар натижалари 5–8 расмларда келтирилган. Уларга эътибор қаратсак, ғоваклик кўрсаткичи (5-расм), k_n нинг катта қийматларида умумий ўсиб бориш қонунияти сақланган ҳолда, k_n нинг кичик қийматларидагига қараганда ошади ва 0.85 атрофида бўлади. Бунда ҳам ўсиш даражаси $k=400$ Нс/м⁴ бўлганда анчагина интенсив бўлиб, 24 – 25 метр масофадан кейин, деярли ўзгаришдан тўхтади.

Босим графигида (6-расм) бошланғич параметрларда ўзгариш бор – қувур бошидаги босим 140 Па атрофида. Аммо, босим кўрсаткичи k_n нинг кичик қийматида қувурнинг дастлабки 1-2 метрида жуда кескин пасаяди. 20 метр масофагача интенсивлик камаяди, сўнг босим стабиллашади. k_n нинг юқори қийматида эса босим деярли бир хил интенсивликда камаяди.



5-расм. Пахта ғоваклигининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши



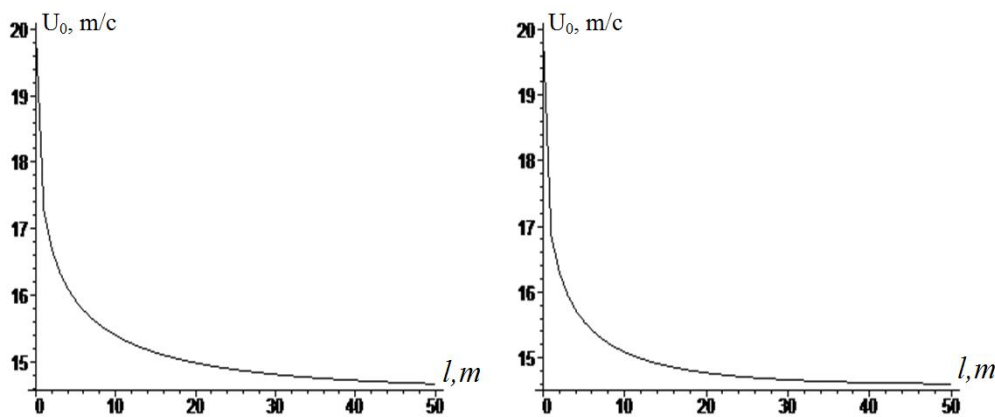
6-расм. Ҳаво босимининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши

Ҳаво тезлигининг графиги (7-расм) k_n нинг ҳар икки қийматида бир хил интенсивликда камайиш хусусиятини намоён қилмоқда. Фақат, аввалги графикларда тезликнинг стабиллашуви 9–10 м/с атрофида бўлган бўлса, k_n нинг катта қийматларида 15 м/с тезликдан кейин у деярли ўзгармайди.

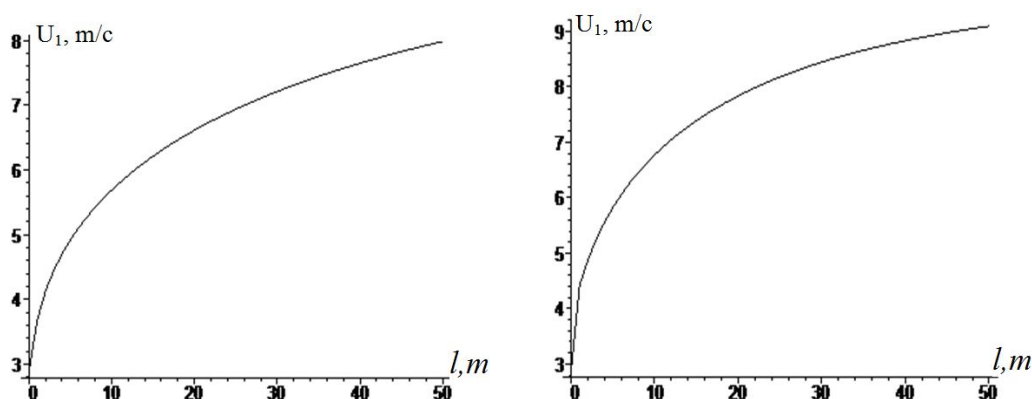
Пахтанинг тезлиги (8-расм) да ҳам аввалги қонуният сақланишини кўришимиз мумкин. k_n нинг кичик қийматида тезликнинг ўсиш интенсивлиги пастроқ, аммо ўсиш узокроқ сақланади. k_n нинг катта қийматида эса ўсиш интенсивлиги анча юқори, аммо, қувурнинг 30 метридан кейин пахтанинг тезлиги деярли стабиллашади. Бунда тезлик 9 – 10 м/с ни ташкил қилади. Агар ҳавонинг тезлигига эътибор берсак, у 40 – 50 метр масофада 14 – 15 м/с атрофида бўлса пахтанинг тезлиги 9–10 м/с бўлиб, кўплаб олимлар томонидан экспериментал йўл билан аниқланган

кечкикиш коэффициент $k=0.7-0.75$ [2, 3, 4] (бу коэффициент пахтанинг тезлиги ҳаво тезлигидан қандай нисбатда орта қолаётганини кўрсатади) назарий томондан ўз исботини топганини кўрамиз.

Олинган модель универсал бўлиб, ундан ўзгарувчан кесимга эга бўлган пневмотранспорт қувурларини ҳисоблашда ҳам фойдаланиш мумкин.



7-расм. Ҳаво тезлигининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши



8-расм. Пахта тезлигининг қувур узунлиги бўйича ўзгариши

Хулоса ва тавсиялар

1. Пахта пневмотранспорт қувурининг дастлабки 20 – 25 м қисмида ҳаво таъсирида кучли чўзилиш деформациясига учрайди, натижада у титилади ва унинг ғоваклиги ортади, унинг таркибидаги бегона қўшилмалар ажралади.
2. Пневмотранспорт қувурига пахтанинг кириб келиши ҳаво босими ва тезлигининг кескин пасайишига олиб келади, пахтанинг тезлиги эса дастлабки 15 – 20 метр масофада кескин, кейинчалик бир хил мўътадилликда ошиб боради.
3. Ҳаво ва пахтанинг қувур бўйлаб ҳаракатини кўп тезликка эга бўлган гетероген муҳит ҳаракати сифатида олинган модель аэроаралашма ҳаракатини тўғри ифодаб беради. Шунинг учун у пахта пневмотранспорти ускуналарини лойиҳалашда фойдаланишга тавсия этилади.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Рахматулин Х. Газовая и волновая динамика. М.: МГУ, 1983.
- [2] Левкович Б. Внутриводской транспорт хлопкоочистительных заводов. Ташкент; Самарканд, 1932.
- [3] Ахмедходжаев Х.Т. Исследование транспортирования хлопка-сырца в металлополимерных трубопроводах и их влияние на качество волокна и семян: Дис. ... канд. техн. наук, Ташкент, 1980.
- [4] Кадырходжаев С.К. Разработка сепаратора для хлопка-сырца с целью сохранения его качественных показателей и сокращения потерь волокна: Дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 1986.

Б. Мардонов, О. Саримсаков. Моделирование процесса транспортировки смеси «воздух+хлопок-сырец» по трубопроводу переменного поперечного сечения

В статье рассмотрено движение по трубопроводу с переменным поперечным сечением смеси воздуха с хлопком-сырцом как многоскоростной гетерогенной среды. Получены уравнения пористости хлопка, давления воздуха и скоростей компонентов.

B.Mardonov, O.Sarimsakov. Simulation of the process of transportation mixture "Air + raw cotton" on the pipeline variable cross-section

In the article the movement through a pipeline with a variable cross-section of the air mixed with raw cotton like a multiple heterogeneous environments. Equations cotton porosity, air pressure and velocity components.

УЎК 631.372

И.О. ТЎЛАНОВ, М.А. ТЎХТАБОЕВ, Х.М. СОЛИЕВ

КЕНГ ҚАМРОВЛИ АГРЕГАТЛАРНИНГ МАНЁВРЧАНЛИГИНИ ОШИРИШ

Ўза етиштиришда кенг қамровли агрегатлардан фойдаланишда иккита муаммо пайдо бўлади. Биринчиси – барча ғилдираклари етакчи, баланд агротирқишли, юқори манёврчан тўрт ғилдиракли тракторга эҳтиёж туғилади. Иккинчиси – кенг қамровли машинани дала боши ва охирида қайрилиб олиши учун унинг четки секцияларини йиғиладиган қилишга тўғри келади. Чунки асосий пахта майдонлари ўлчамларининг кичиклиги ҳамда уларнинг четидаги суғориш шаҳобчалари (лоток, ариқлар, зовурлар), дарахтлар (тут, тол) кенг қамровли агрегатни эркин ҳаракатланишига ҳалакит беради.

Ҳозирда тўрт ғилдиракли тракторнинг энг кичик бурилиш радиуси 4–5 м бўлган ҳолда, уч ғилдиракли чопиқ тракторида бу радиус 2.65 метрни ташкил қилади.

Тўрт ғилдиракли тракторнинг олд етакчи ғилдиракларига ҳаракат механик юритма орқали узатилганда уларни катта бурчакка буриб бўлмайди. Ҳаракатни гидравлик юритма орқали узатганда механик юритмага нисбатан тракторнинг бурилиш радиусини 2 баробарга камайтириш ва агротирқишини ошириш имкониятлари пайдо бўлади.

Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва электрлаштириш илмий тадқиқот институтида олиб борилган тадқиқотлар натижасида барча ғилдираклари етакловчи, баланд агротирқишли тўрт ғилдиракли трактор макети яратилди, лаборатория ва дала синовлари орқали унинг параметрлари асосланди. Олдинги етакчи ғилдиракларига ҳаракат гидроюритма орқали узатилганлиги, уларни 90° дан ортиқ бурчакка бурила олиши ҳисобига трактор-макети юқори манёврли сифатга эга бўлди.

Трактор-макетни барча ғилдираклари етакчи (4К4) бўлганлиги сабабли унинг тортиш кучи кенг қамровли (8 қаторли) қишлоқ хўжалик машиналар билан ишлашга етарли. Бу параметрлар асосида “Трактор” маҳсус конструкторлик бюросида янги тракторни лойиҳалаш ишлари олиб борилди ва ТТЗ 1032 рақами остида тажриба нусхаси тайёрланди.

Маълумки кенг қамровли агрегатнинг манёврчанлик сифатлари унинг кинематик ўлчамлари тракторнинг колеяси, базаси, бурилиш радиуси, агрегатнинг тўғри чизикли ҳаракатида унинг кинематик марказидан машинанинг энг четки нуктасигача бўлган масофага боғлиқ.

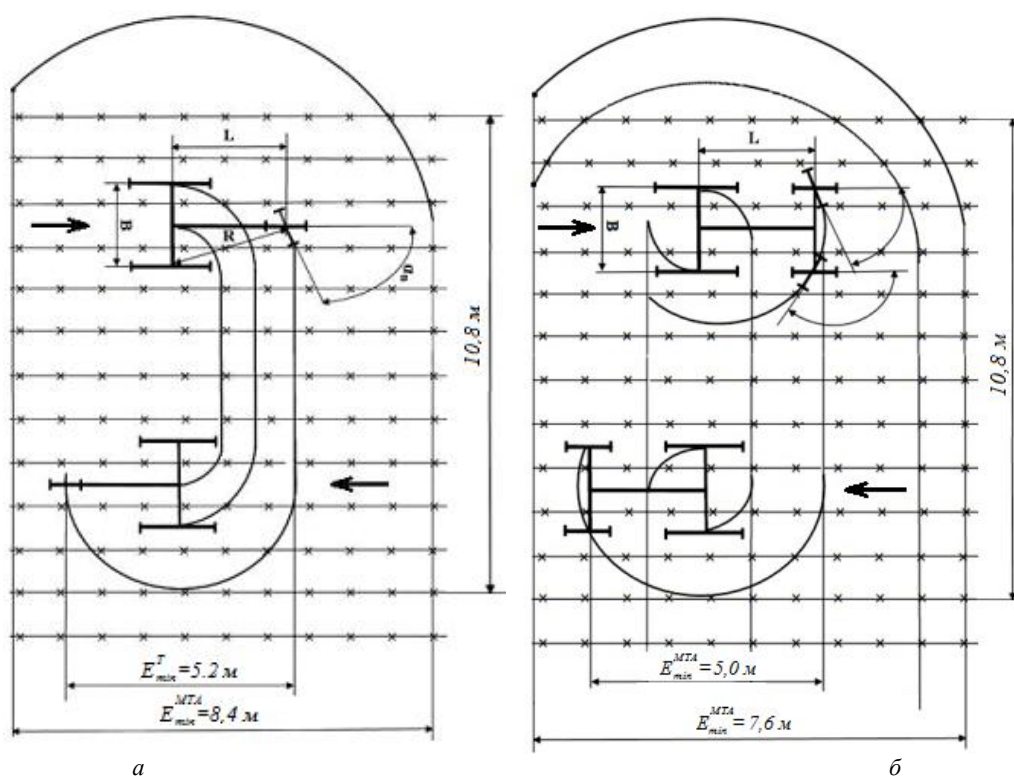
Агар агрегатнинг манёврчанлиги кичик ва ихчам йиғилмайдиган бўлса, йўл юришда ҳамда даланинг боши ва охирида бурилиш пайтида катта бурилиш майдончалари талаб этилади. Кенг қамровли қишлоқ хўжалик машиналари ихчам йиғиладиган бўлса, бурилиш майдончаларининг энини кескин қискартиришга эрилишади.

КАЗ-014 Давлат гранти доирасида бажарилган тадқиқотлар натижасида кенг қамровли қишлоқ хўжалик машиналарига (4, 6, 8 қаторли сеялка, қатқалоқ юмшатиқч ва культиватор) ва улар тақиладиган универсал модулли рамага дастлабки талаблар тайёрланди. Ушбу рамага қишлоқ хўжалик машиналарининг ишчи органларини мақбул жойлаштириш схемаси ўрганилиб, рама ва маркёрни минимал узунлиги аниқланди. Рамани мустақамликка ҳисоблаш услуби ишлаб чиқилди, рама ва маркёрнинг макет конструкцияси яратилди, лаборатория шароитида юқори манёврли трактор-макети билан агрегатланиши ўрганилди, дала шароитида эса агротехник

кўрсаткичлари аниқланди. Олинган маълумотлар асосида конструкторлик-лойиҳалаш ишлари КОМПАС 3D V-13 уч ўлчамли моделлаштириш дастури ёрдамида амалга оширилди ва универсал раманинг конструкторлик лойиҳа ҳужжатлари яратилди. Ушбу ҳужжатлар асосида универсал рама тайёрланиб сеялка, қатқалоқ юмшаткич ва культиваторларнинг макет вариантлари йиғилди. Улар трактор-макет билан агрегатланиб, маккажўхори уруғи ва чигит экишда ҳамда ўсимликлар қатор ораларига ишлов беришда синалди.

Тўрт ғилдиракли тракторга 8 қаторли машина тақилганда агрегатнинг ишчи қамров кенглиги (сеялка, культиватор) кўпи билан 7.53 метрни, транспорт ҳолатида эса 4.16 метрни ташкил қилди. Ушбу агрегатлар йўлларда транспорт ҳолатида юрганда ва даланинг қайрилиб олиш майдонида машиналар ихчам йиғилиб, қамров кенглигини 4 ва 6 қаторли машиналарга нисбатан 2 ва 1.3 маротабага қискартиришга эришилди.

Олти қаторли машиналардан тузилган уч ва тўрт ғилдиракли агрегатларнинг қамров кенглиги 5.4 метрдан кичик бўлмаган ҳолда, йўлларда юрганда ва даланинг қайрилиб олиш майдонида транспорт ҳолатида дала қирғоғидаги тўсиқлар ҳалақит бериб, ҳаракатланишда қийинчиликлар туғдиради чунки, агрегат ўзининг қамров кенглигига мутаносиб катта майдонни талаб қилади (1-расм).



1-расм. Уч ва тўрт ғилдиракли машина-трактор агрегатларининг бурилиш майдончасидаги ҳаракатланиш схемаси:
а – уч ғилдиракли; б – тўрт ғилдиракли

Шу ҳам аниқландики, уч ғилдиракли трактор асосида тузилган агрегатнинг юриш қисмлари кўпроқ юкланиб, тупроқнинг зичлаш даражаси ошади. Тўрт ғилдиракли МТА да эса оғирлик тракторнинг тўртта ғилдирагига тақсимланиб нисбатан зичланишни олдини олади. Шу боис, дала ишларида тўрт ғилдиракли чопиқ тракторидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Буни тасдиғини бир қатор тадқиқот ишларининг натижасидан кўриш мумкин [1 – 4].

1-расмда олти қаторли машина билан агрегатланган уч ва тўрт ғилдиракли агрегатларнинг дала боши ва охиридаги бурилиш схемалари келтирилган. Бунда олдинги ғилдираклари гидравлик юритмали етакчи тўрт ғилдиракли тракторнинг бурилиш майдони $S_{n,n}=89.7 \text{ м}^2$ ни, уч ғилдиракли тракторники $S_{n,n}=99.12 \text{ м}^2$ ни ташкил қилиб, барча ғилдираклари етакчи агрегатнинг бурилиб олиши учун зарур майдон катталиги уч ғилдиракли агрегатга нисбатан кичиклигини кўриш мумкин. Чунки, тўрт ғилдиракли агрегатнинг олд ғилдираклари гидравлик юритма ёрдамида ҳаракатга келтирилиб, тракторнинг ўз ўрнида бурилиб олишига имкон беради. Бунда трактор

фақатгина иккита из қолдиради.

Хорижий мамлакатларда агрегат даланинг боши ва охирида бурилиб олиши учун алоҳида бурилиш майдони қолдирилади, у ерга экин экилмайди. Мамлакатимизда эса экиладиган дала майдонларининг боши ва охирида бўш жой қолдирилмай экин экилади.

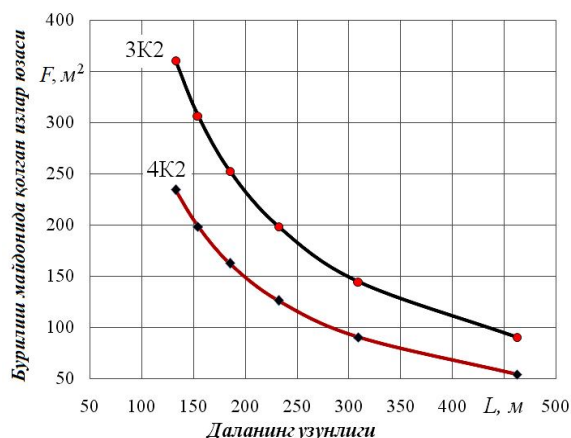
Даладаги бурилиш майдонининг минимал зарурий кенглигини қуйидаги формулалар бўйича аниқлаш мумкин (сиртмоқсиз бурилиш учун) [5]:

$$l_o = (1.4 - 2.0) \cdot R_{yp} + X_o + 2e; \quad (1)$$

$$E_{\min} = 1.1 \cdot R_{yp} + e + d_k,$$

бу ерда l_o – агрегатнинг бир иш йўли узунлиги, м; R_{yp} – агрегатнинг бурилиш радиуси, м; X_o – агрегатнинг назорат чизиғи бўйлаб бурилиш майдонига кириши ва ундан чиқиши орасидаги масофа (маркер изидан агрегат марказигача бўлган масофа), м; C – пайкални эни; e – агрегатнинг пайкалдан чиқиш узунлиги, м; $E_{\min}$ – агрегатни четки нуқтаси бўйича бурилиш майдонининг эни, м; d_k – агрегат марказидан дала четигача бўлган масофа, м.

Даланинг боши ва охирида ғилдираклар камроқ излар қолдириши ва агрегатни ихчам, эркин бурилиб олиши учун кенг қамровли қишлоқ хўжалиги машиналарининг рамалари йиғиладиган қилиб ишлаб чиқилди [2, 3]. Таклиф этилган кенг қамровли машина йиғилувчан рамасининг афзаллиги шундаки, машина даланинг қайрилиб олиш майдонига етиб келиб транспорт ҳолатига ўтказилганда раманинг ён қанотлари йиғилиб, кейин агрегат эркин бурилишни амалга оширади. Бунда 8 қаторли рамаси йиғиладиган агрегат бурилиш майдонидаги ҳаракати давомида 102.4 м² га тенг юзани талаб этади. 1–расмда кўрсатилган схемалардан келиб чиқиб, агрегатни бир йўла 8 қаторни қамраб олишини ҳисобга олсак, унинг 1 гектар майдондаги умумий бурилишдаги майдонининг юзи уч ғилдиракли ва тўрт ғилдиракли агрегатдан мос равишда 1.45 ва 1.31 марта кичикроқ майдонни талаб этади. Натижада, қайрилиб олиш жараёнида кўчатларнинг эзилиши камаёди. Шу билан бирга кам энергия сарфлаб даладан ўтишлар сони 3 тага қисқаради, тупроқ зичланишини олдини олишга эришилади [4].



2-расм. Уч ва тўрт ғилдиракли тракторларнинг бурилиш майдонидаги излари юзининг дала узунлигига бўғлиқ равишда ўзгариш графикалари [4]

Даланинг ишлов бериладиган узунлиги ортиши ҳисобига агрегатни бурилиб олишлари камаёди, унга мос равишда бурилиш учун талаб этиладиган бурилиш майдончаси ва бурилишлар сони ҳам қисқаради. Масалан, 1 гектар майдон учун даланинг ишлов бериш узунлиги 462 метр ва эни 21.6 метр бўлганда уч ва тўрт ғилдиракли тракторлардан тузилган агрегат, мос равишда 6 ва 4 марта бурилишни амалга оширади. Агар, даланинг ишлов бериш узунлиги 185 метр ва эни 54 метр бўлганда эса, уч ва тўрт ғилдиракли тракторлардан тузилган агрегат мос равишда 15 ва 10 марта бурилишни амалга оширади.

Шунингдек, даланинг ишлов бериш узунлиги қанча катта бўлса, агрегат ғилдиракларининг бурилиш майдонида қолдирган излари даланинг умумий майдонига мос равишда шунчага камаёди. Мисол учун, даланинг узунлиги 462 метр бўлганда бурилиш майдонидаги уч ғилдиракли тракторнинг ғилдирак излари 84.5 м² га, дала узунлиги 185 метр бўлганда 236.6 м² тўғри келади

(2-расм). Яъни, бурилиш майдонидаги гилдирак излари даланинг узунлигига пропорционал равишда ўзгаради [4].

Агрегат бурилиш майдонида сиртмоқсиз эркин $S_{эр}$ бурилишни амалга оширади [6]. Бунда $l_6 = (1.4 - 2.0) \cdot R_0 + X_6 + 2e$ – ўртача бурилиш узунлиги, м, $R_0 = 1.7B$ – бурилиш радиуси, м.

Бурилиш майдонида агрегатнинг эркин юриш йўли

$$S_{эр} = n l_{6,n}.$$

бу ерда n – бурилиш майдонидаги агрегатнинг бурилиб олишлари сони; $l_{6,n}$ – агрегат кинематик марказининг бурилиш бошидан то охиригача бўлган ҳаракат траекторияси катталиги (бурилиш узунлиги), м.

Агрегатнинг назорат чизиғи бўйлаб бурилиш майдонига кириш ва ундан чиқиш орасидаги масофа $B = 7.2$ м га тенг.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасига кўра уч ва тўрт гилдиракли тракторлар 6 қаторли қишлоқ хўжалиги машинаси билан агрегатланганда мос равишда 3.5 л/га ва 3.6 л/га ёнилғи сарфланди. Бу мавжуд уч гилдиракли тўрт қаторли агрегатга қараганда ёнилғи сарфини экишда 1.46 мартага камайтиришга эришилади [4].

Бинобарин, тўрт гилдиракли тракторни қўллаш, шунга мос агрегатнинг қамров кенглиги ошириш уч гилдиракли тўрт қаторли агрегатга нисбатан ёнилғи сарфини 25 фоизгача тежаш имконини беради. Даладаги гилдираклар изларининг юзи 1.87 мартага қисқаради. Натижада, тупрокни зичловчи юзалар камаяди ва ортикча майдон зичланишини олди олинади. 8 қаторли агрегатларда даладаги гилдираклар қолдирган излар 2 маротабадан кўпрокка қисқаради.

Шундай қилиб, 8 қаторли машина-трактор агрегатининг қамров кенглиги рамаси йиғилмайдиган 6 қаторли агрегатга қараганда 1.3 маротабага қисқариб, бурилиб олиш майдончасида қолдирган изларининг юзи мос равишда 1.45 ва 1.31 марта кичикроқ майдонни талаб этади ва бунинг натижасида, агрегат қайрилиб олиши жараёнида кўчатларнинг эзилиши камаяди.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Батурин В.Е., Тухтабоев М.А., Солиев Х.М., Жебровский С.К. Методика измерений и определения окружности поворота тракторов // Ўзстандарт. Тошкент, 2011. №4. С. 24–25.
- [2] Туланов И.О., Усаров М.М., Тураев С.Н. Три машины в одной раме / Сборн. научн. докл. Международной научно-технической конференции (15–16 сентября 2015 г.). Часть 2. М.: ФГБНУ ВИМ, 2015. С.118–121.
- [3] Патент РУз №01043. Широкозахватное сельскохозяйственное орудие / Усаров М.М., Туланов И.О., и другие // Расмий ахборотнома. 2015. №11.
- [4] Тухтабоев М.А. Уч ва тўрт гилдиракли трактор изларининг тадқиқи // Агро Илм. Тошкент, 2012. №3.75-76 б.
- [5] Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос, 1978. – 352 с.
- [6] Веденяпин Г.В., Киртбая Ю.А., Сергеев М.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М., 1963. – 431 с.

Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва
электрлаштириш илмий тадқиқот институт

09.08.2016 й.
қабул қилинган

И.О. Туланов, М.А. Тухтабаев, Х.М. Солиев. Повышение манёвренности широкозахватных агрегатов

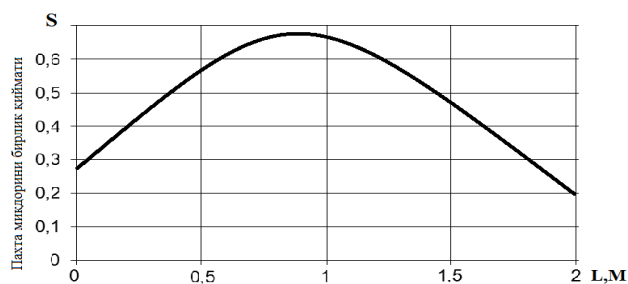
В статье приведены результаты изучения повышения манёвренных качеств восьмьюрядных сельскохозяйственных агрегатов и сопоставления их с 6-и 4-рядными агрегатами.

I.O. Tulanov, M.A. Tukhtabayev, Kh.M. Soliyev. Improving maneuverability for wide coverage aggregates

In article are brought results of improving maneuverable quality for eight row agricultural aggregate and comparing them with 6 and 4 row aggregates.

ПАХТАНИНГ ТАБИЙ ХУСУСИЯТЛАРИНИ САҚЛАШ МАҚСАДИДА СХ СЕПАРАТОРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

СХ сепараторида пахта оқимини вакуум-клапан ишчи узунлиги бўйича тенг тақсимланиш ҳолати ўрганилганда, пахта оқими асосан вакуум-клапаннинг ўрта қисмида тўпланиб, унинг икки четки қисмида эса пахта миқдори сийрак бўлади. Бу ҳолатни 1-расмда келтирилган графикдан кўришимиз мумкин [1].



1-расм. СХ сепараторининг вакуум-клапани ишчи узунлиги бўйича пахтани тақсимланиш графиги

Олинган графикдан кўриниб турибдики, ҳақиқатдан ҳам СХ сепараторида пахтанинг вакуум-клапан ишчи узунлиги бўйича тақсимланиши нотекис бўлиб, икки ён томонида пахта миқдорини камайиши кузатилса, ўрта қисмида эса уни кўпайиши кузатилади. Бу эса албатта, чигитни механик лат ейишига, толани узилишига сабаб бўлмоқда.

Ушбу камчиликнинг ечимини топиш бугунги кунда долзарб муаммо бўлиб, ушбу муаммони ечимини хал қилиш мақсадида

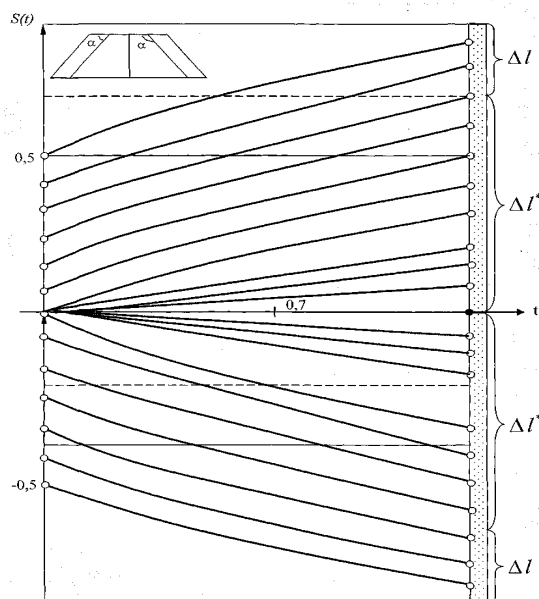
илмий изланишлар олиб борилди.

Пахта бўлагини сепаратор қувиридаги ҳаракат тенгламаси [2] ишда чиқарилган

$$\begin{aligned} \ddot{U}_x + \omega_x^2 + 2 \cdot n_x^1 \cdot \dot{U}_x &= \dot{x}_1 + g \sin(\alpha^0 - \beta)(\beta - 2n_x^1(x)\omega_0 + x) \\ \ddot{U}_y + \omega_y^2 + 2 \cdot n_y^1 \cdot \dot{U}_y &= \dot{y}_1 + g \sin(\alpha^0 - \beta)(\beta - 2n_y^1(y)\omega_0 + y) \end{aligned} \quad (1)$$

бу ерда: m – пахта бўлагининг массаси; $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$, $\omega_x^2 = \frac{K_x}{m}$, $\omega_y^2 = \frac{K_y}{m}$, $2n_x^1 = \frac{C_x}{m}$, $2n_y^1 = \frac{C_y}{m}$,

K – эластиклик коэффиценти; K_x , K_y – эластиклик коэффицентларининг ўқлардаги проекцияси; C_x , C_y – ҳаво қаршилик коэффицентлари; β – йўналтиргичнинг жойлашиш бурчаги; α^0 – йўналтиргичнинг бошланғич бурилиш бурчаги.



2-расм. Пахта бўлақларини СХ сепараторини вакуум-клапан узунлиги бўйича тақсимланиши

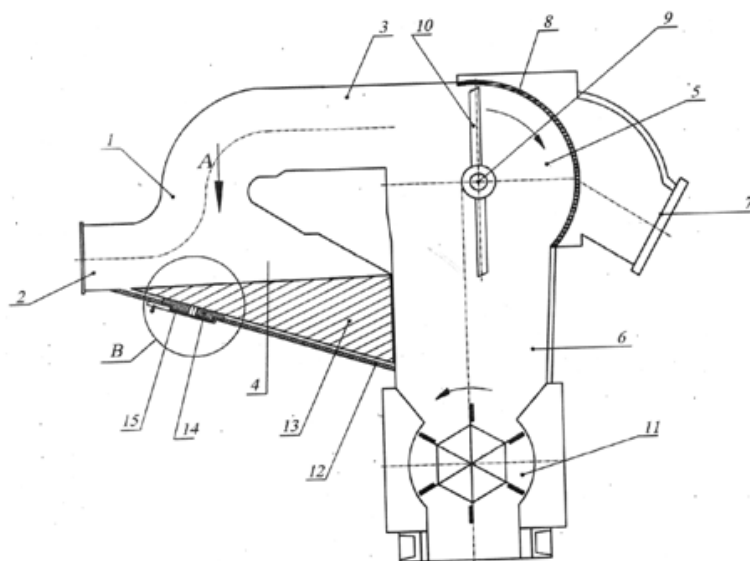
Сепаратор қувиридан чиқаётган пахта бўлақларини тақсимлагич-йўналтиргич орқали ҳаракатланиб, вакуум-клапанга келиб тушиш жараёни икки қисмга ажратиб ўрганилди. Пахта бўлагининг тақсимлагич-йўналтиргич орқали ҳаракати дифференциал тенгламаси ва унинг ечими [2] ишда келтирилган.

Пахта бўлаги H -баландликдан ихтиёрий вақтда ихтиёрий нуктага $Q^1=(Qx^1, Qy^1, Qz^1)$ тушади, бошланғич тезлиги тақсимлагич-йўналтиргичдан чиқиб кетиш вақтидагиси олинади ёки биринчи қисм охиридаги ҳаракати бу қисм учун (2-қисм) бошланғич шарт бўлиб хизмат қилади. Пахта бўлақлари оғирлик кучи ва бошланғич тезлик натижасида пастга, яъни вакуум-клапан томон ҳаракатланади. Унинг траекторияси тақсимлагич-йўналтиргич томондан берилган йўналиш ва бошланғич тезлик ёрдамида олинди. Пахта бўлақларини характерловчи эластиклик, қовушқоқлик коэффицентлари ва массасини куйидаги оралиқларда олинди $c=0.1 \div 0.2$, $\mu=0.08 \div 0.8$, $m=0.2 \div 0.7$ кг.

Йўналтиргичларни оптимал (вакуум-клапанга узунлиги бўйича пахта бўлакларини текис тарқалиб тушиши) бўлиши учун $V_0 \in [6-10]$ м/с бўлганда $\alpha \in [15^\circ - 21^\circ]$, $V_0 \in [20-28]$ м/с бўлганда $\alpha \in [10^\circ - 17^\circ]$ бўлиши сонли натижалар тахлили асосида кўрсатиб берилди (2-расм).

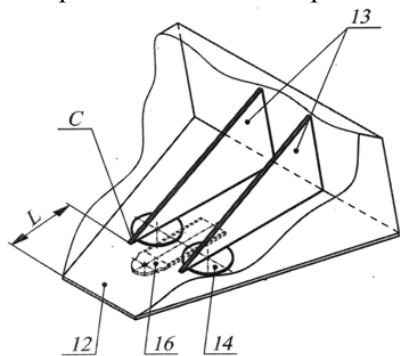
2-расмда келтирилган графикдан кўриниб турибдики, ҳақиқатда ҳам вакуум-клапаннинг ишчи узунлиги бўйича пахтанинг тақсимланиши нотекис бўлиб ушбу муаммони ечимини топиш, авваломбор чигитни механик лат ейиш даражасини камайишига олиб келади ҳамда толани узилишини олдини олади. Ушбу муаммони бартараф этиш мақсадида 3-расмда келтирилган такомиллашган СХ сепараторини таклиф этамиз.

Ушбу сепараторнинг афзаллиги кириш трубасида иккита йўналтиргич-тақсимлагич ўрнатилган бўлиб, трубадан кираётган пахта оқимини тақсимлаб, бунини натижасида пахта оқими вакуум-клапанни ишчи узунлиги бўйича ёйилади. Йўналтиргич-тақсимлагичлар пахта тикилиб қолмаслиги учун пастки юзадан босқичма-босқич кўтарилиб боради ҳамда ўқи атрофида бурилиш имкониятига эга.

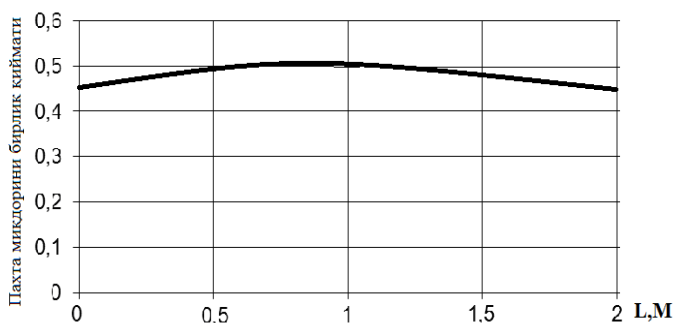


3-расм. Таклиф этилаётган СХ сепараторини кўриниши: 1 – ажратиш камераси; 2 – кириш қисми; 3 – ҳаво сўриш труба; 4 – пахта юриш труба; 5 – сепарацион камера; 6 – ажратилган пахтани ҳаракатланиш юзаси; 7 – чиқиш труба; 8 – тўрли юза; 9 – айланиш ўқи; 10 – қирғич; 11 – вакуум-клапан; 12 – пастки юза; 13 – йўналтиргич; 14 – таянч шайбалар; 15 – тишли ғилдирак

Даслабки синов натижалари ушбу мосламани афзал эканлигини кўрсатди. 4-расмда йўналтиргич-тақсимлагичларини аксонометрик кўриниши келтирилган.



4-расм. Йўналтиргич-тақсимлагичнинг аксонометрик кўриниши: 12-пахта оқимини кириш қисми; 13-йўналтиргич-тақсимлагичлар; 14-айланиш диски;



5-расм. Тақсимлашган тақсимлагич-йўналтиргичлар ўрнатилган СХ сепараторини вакуум-клапани узунлиги бўйича пахтани тақсимланиши.

Пахта оқими йўналтиргич-тақсимлагичларга тикилиб қолмаслиги учун улар пастдан юқорига қараб учбурчак шаклда кўтарилиб боради. Натижада пахта оқими йўналтиргич-тақсимлагичлар оралиғида ҳаракатланади, уни ҳаракатланиши жараёнида тақсимлагичлар ўз ўқи

атрофида бурилиши туфайли пахта оқими энлик юза бўйича ёйилиши мумкин. Бунинг натижасида пахта оқими вакуум-клапаннинг узунлиги бўйича тақсимланади.

Ушбу ҳолатни 5-расмда келтирилган графикдан кўришимиз мумкин. Ҳақиқатда СХ сепараторини кириш қисмида ўрнатилган йўналтиргич-тақсимлагичлар пахтани вакуум-клапан ишчи узунлиги бўйича тенг тақсимланишга олиб келар экан.

Вакуум-клапанга тушаётган пахта оқимини унинг ишчи узунлиги бўйича тенг тақсимланиши сепараторни ажратувчи камерасида пахтанинг йиғилиб қолишга йўл қўймайди. Бунинг натижасида пахта тўдаси ҳосил бўлмайди, пахта оқими бир текисда вакуум-клапандан тушиб кетади. Ишлаб-чиқариш жараёнида тақсимлагич-йўналтиргичларни қўлланиш натижасида чигитли пахтани тўрли юза орқали ҳаракатланадиган қисмининг миқдорини камайишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида тўрли юза билан тўқнашаётган пахта миқдорини камайтиради. Натижада, пахтани шикастланиши, бунинг натижасида калта толани пайдо бўлишига барҳам берилади. Хулоса натижасида ушбу конструкция СХ сепараторида пахтанинг табиий хусусиятларини сақлашга олиб келади.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Хожиев М.Т., Иноғомов Н.А. СХ сепараторини ишлаш жараёнини таҳлили. Ташкент: Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциялашувчи шароитда инновацион технологияларни долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси. I – қисм илмий мақолалар тўплами. 20-21-ноябрь. ТТЕСИ. Тошкент, 2014. 101 – 103 Б.
- [2] М.Т.Хожиев ва бошқалар. Пахта хом-ашёсини инерцион сепаратор элементларидаги жараёнини математик моделлаштириш. Тошкент, фан, 2008 й. – 96 бет.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

09.08.2016 й.
қабул қилинган

М.Т. Хожиев, Э.Гайбназаров. Совершенствование сепаратора СХ с целью сохранения природных свойств хлопка-сырца

В статье показаны основные пути совершенствования сепаратора СХ, широко применяемого в процессе отделения хлопка-сырца от воздушного потока. Обосновано, что предлагаемый способ сепарации обеспечивает сохранение природных свойств хлопка-сырца.

M.T. Hojiev, E. Gaybnazarov. Improving separator SX in order to preserve the natural properties of cotton

In this article basic ways are shown perfected separator of CX, in that is widely used in the process of dissociating of cotton-raw from the current of air. In offered method of separation provided maintenances natural properties of cotton-raw.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ОТЖИМНОЙ МАШИНЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА

Известно [1], что для обезвоживания мокрого материала обычно применяются отжимные валковые машины. Эти машины бывают горизонтального и вертикального типов и резко отличаются друг от друга не только конструкцией, но и технологией отжима.

В первом варианте обрабатываемый материал подается в зону отжима по горизонтальной плоскости с помощью транспортирующих устройств различной конструкции, а во втором случае – в зону обработки с помощью опорной плиты.

Опорные плиты и конструкции различны и отличаются конструктивной особенностью. При этом технология изготовления опорных плит также отличается в зависимости от их форм.

В статье рассматривается опорная плита с волнообразным поперечным сечением, размеры которой представлены на рис. 1. На рис. 2 показан процесс отжима с применением опорных плит волнообразной поверхности:

$$\begin{aligned} t_1 &= t_2 = t_3, \\ t_1 &> t_2 > t_3, \\ t_1 &< t_2 < t_3. \end{aligned}$$

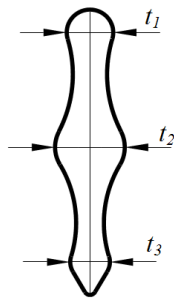


Рис. 1. Опорная плита с волнообразным поперечным сечением

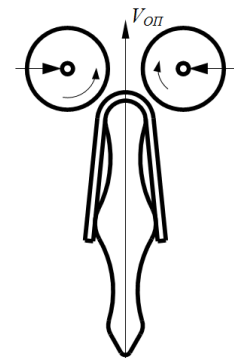


Рис. 2. Процесс отжима с волнообразной опорной плитой

Опорные плиты могут быть изготовлены из различных материалов, в том числе из металлокерамики с различной пористостью, с использованием порошков.

Для изготовления образцов пористых плит и рабочих валов использован порошок из нержавеющей стали марки ПХ18Н9Т. Для получения опорной плиты различных форм и размеров из порошка однородной плотности выбран способ двухстороннего прессования. При этом используются пресс-формы изготовления с учетом размеров опорных плит. Высота загруженной камеры, пресс-формы, т.е. части матрицы, имеющей форму изготавливаемой детали, определялась по формуле [2]

$$H_k = K_{B3} h_{np}, \quad (1)$$

где K_{B3} – коэффициент высоты засыпки; h_{np} – высота прессовки, мм.

В свою очередь K_{B3} определяется по формуле

$$K_{B3} = \frac{\rho_n}{\rho_{нп}}, \quad (2)$$

где ρ_n – плотность прессовки, кг/мм³; $\rho_{нп}$ – насыпная плотность шихты, кг/мм³.

При этом общая высота матрицы определяется по следующей формуле:

$$H_M = h_b + h_H + H_K, \quad (3)$$

где h_b – величина захода верхнего пуансона в матрицу; h_H – величина захода нижнего пуансона в матрицу; H_K – высота загруженной камеры в целом.

В тонких случаях пуансоны и матрицы изготавливаются из стали марки ХВГ с последующей закалкой до твердости HRC 65.

Следует отметить, что спекание в этой технологии является одной из самых ответственных операций при производстве деталей и узлов машины методом порошковой металлургии. Спекание, как правило, производится в специальных термических печах, причем в зависимости от принципа действия оно подразделяется на периодическое и непериодическое.

Спекание ведут при температуре 100 – 400°C, иногда до 1100 – 1200°C с выдержкой 1 – 7 ч. Установлено, что при такой температуре полностью удаляются наполнители, а поры сохраняются.

Однако по вышеизложенной технологии получение пористых опорных плит с необходимой пористостью не всегда удается, так как наполнители, например, парафин, после удаления из объема металла при нагревания до 400°C не полностью удаляется: он остается в структуре металла (порошка). При этом размеры пор не всегда отвечают требованиям, предъявляемым к технологии отжима кожполуфабрикатов.

В этой связи при подготовке опорных плит из металлокерамических порошков в его состав необходимо добавить быстро сгораемые материалы, например, деревянные опилки. Дело в том, что в пористых материалах пространство не полностью заполняется веществом частиц, т.е. твердой фазой, а опилки их заполняют.

После прессования и нагревания опилки сгорают, а поры остаются, причем размер поры зависит от размера опилок. Таким образом, мы можем получить металлокерамические опорные плиты требуемой пористости.

Известно, что до настоящего времени при отжиге кожполуфабриката на валковых отжимных машинах как горизонтального, так и вертикального типа металлические плиты не применялись, хотя, как показывают результаты экспериментальных исследований, их применение в технологии отжима дает ощутимые результаты.

Следует отметить, что для повышения эффективности отжима необходимо применение опорных плит с большой пористостью, причем поверхность опорной плиты предлагается выполнить волнообразным по ее длине в виде чередующихся выпуклых и вогнутых в цилиндрические поверхности, т.е. поверхность опорной плиты выполняется по всей длине волнообразными рабочими поверхностями.

При этом за счет выполнения такой конструкции опорной плиты отжим рабочими валами происходит с растяжением и изгибом кожполуфабриката. При изгибе, как известно, из кожи дополнительно удалятся влага, а за счет кривизны рабочих поверхностей опорной плиты увеличивается ширина контакта отжимных валов с кожей в зоне вогнутых поверхностей, что обеспечивает дополнительное удаление влаги, при этом поддерживается достаточно высокое давление отжима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аманов Т. Ю. Разработка научных основ и конструкция отжимных машин. Дис. ... докт. техн. наук, М., 1993. – 386 с.
- [2] Новиков Н. Б. Прессование бумажного полотна. М.: Легкая промышленность, 1972. – 248 с.

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

Дата поступления
19.01.2017

Т.Ю. Аманов. Вертикаль кўринишдаги сиқув машинасининг конструктив ўзгачалиги ва ишлаш шароити
Мақолада валикли машинанинг сиқии зонасида ишлов бериладиган материални таянч плита ёрдамида узатиш
усули берилган ва таянч плитанинг тайёрлаш технологияси келтирилган.

T.Yu. Amanov. Features and working conditions of vertical extractors
In this paper the method of delivery of the processed material in the area of spin squeezing machines with a wavy base plate design and offers the technology of its manufacture.

УСТАЛОСТНЫЕ ТРЕЩИНЫ В ЭЛЕМЕНТАХ СКВОЗНЫХ ФЕРМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДАМИ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ

В работах [1, 2] отмечено, что одной из основных причин снижения грузоподъемности элементов сквозных металлических ферм в эксплуатируемых железнодорожных мостах является развитие в них усталостных трещин. Усталостные трещины, в основном, возникают в наиболее напряженных элементах ферм [3]. Их влияние на эксплуатационные параметры пролетных строений определяется расчетом величин коэффициентов концентраций напряжений [4, 5].

Влияние коэффициентов концентраций напряжений оценивается в зависимости от пропущенного тоннажа груза на мосту и предлагаемая методика полностью не отражает процесс развития усталостных трещин.

В связи с этим представляется наиболее целесообразным использование для решения поставленных задач современных методов механики разрушения. С этой целью проанализированы результаты многолетних наблюдений за развитием усталостных трещин в элементах эксплуатируемых пролетных строений [1].

Металлические пролетные строения со сквозными фермами длиной 88 и 110 м на железнодорожной линии Ташкент – Хаваст сданы в эксплуатацию в 1965 – 1970-е годы. В процессе эксплуатации первые трещины в местах прикрепления раскосов, верхнем поясе поперечной балки, рыбаках-фосонках, в поясных уголках поперечных балок, а также в узле разрыва продольных балок появились после 20 – 25-летней эксплуатации. Начиная с 1990 г., установлены постоянные наблюдения за развитием наиболее характерных трещин и по результатам замеров построен график нарастания длины трещин в зависимости от количества циклов нагружения. При этом количество циклов нагружения N устанавливали по фактическому количеству пропущенных поездов с учетом приведения его к эквивалентному количеству циклов по методике [6].

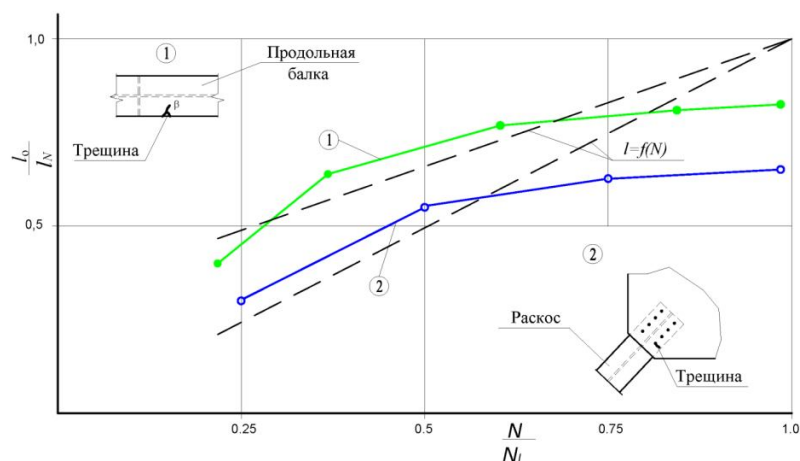


Рис. 1. Нарастание длины трещины в зависимости от количества циклов нагружения N

Как установлено (рис. 1), наблюдается четкая зависимость нарастания длины трещин в наблюдаемых элементах от эквивалентного количества циклов нагружения и теоретическая зависимость $l = f(N)$, определенная методом наименьших квадратов, удовлетворительно описывает нарастание трещин приблизительно до начала фактического снижения грузооборота на линии, когда рост трещин практически прекращается.

В зависимости от количества циклов нагружения нарастание трещин предлагается в общем виде описать зависимостью

$$l_N = l_0 \left(1 + 0.4 \frac{N}{N_1} \right)^2, \quad (1)$$

где l_N – длина трещин в каждом рассматриваемом случае после приложения N циклов нагружения; l_0 – длина трещины в момент начала наблюдения; N_1 – эквивалентное количество циклов нагружения в конце наблюдения; N – эквивалентное количество циклов нагружения в процессе нагружения.

Полученные результаты позволяют рассмотреть вариант использования для оценки нарастания трещин основного параметра механики разрушения – коэффициента интенсивности напряжений K_I , применяемого для описания полей напряжения у вершины трещины. По данным [7, 8], начало распространения трещин соответствует уровню достижения напряжениями критического значения. Данный параметр служит характеристикой материала, определяя наибольший размер трещины, которая может устойчиво существовать в напряженной конструкции, не развиваясь. Это имеет большое практическое значение, так как позволяет ответить на вопрос, будут ли трещины развиваться и до какого предела при разрушении конструкции. Процедура определения роста трещин производится расчетом коэффициента интенсивности напряжений вдоль контура трещины при заданных нагрузках и сравнением полученных расчетных величин с характеристикой трещиностойкости материала, которая является постоянной для каждого его вида. Здесь особую важность приобретает моделирование реальной трещины в элементах конструкции пролетного строения, появившейся в процессе длительной эксплуатации. Современные способы линейной механики разрушения при правильном назначении модели реальной трещины позволят с достаточной точностью решить условия разрушения элементов конструкции в условиях эксплуатации.

На рис. 2 – 5 приведены наиболее часто встречающиеся повреждения в виде трещины в элементах пролетного строения со сквозными фермами, а также расчетные модели определения коэффициента интенсивности напряжений для рассматриваемого случая. При определении этих моделей использованы данные работы [9].

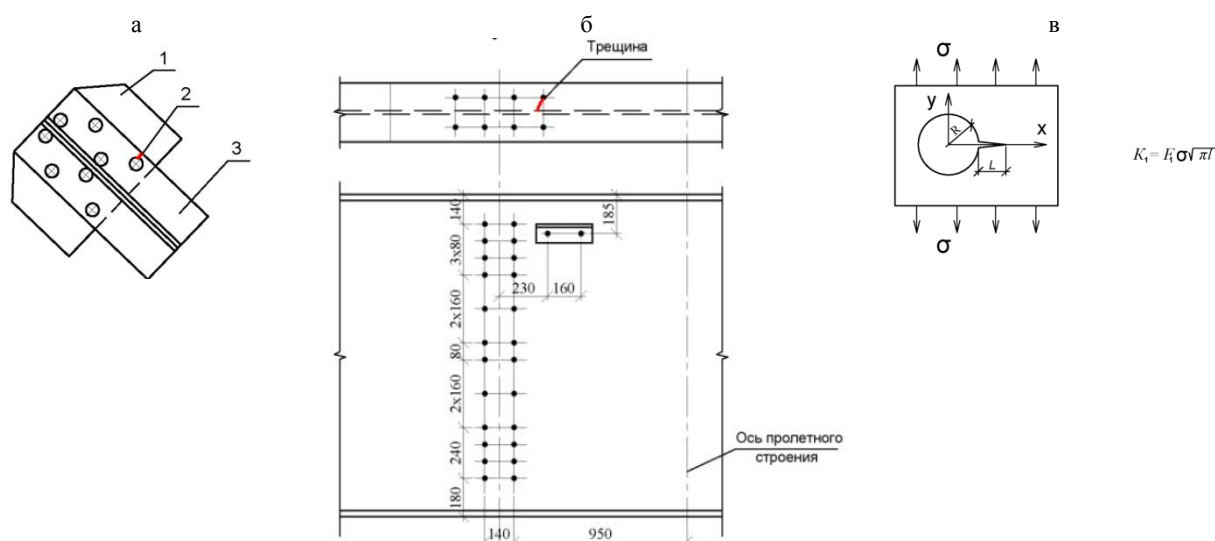


Рис. 2. Реальные усталостные трещины в узле прикрепления раскоса (а) и верхнем поясе поперечной балки (б) и расчетная модель трещины (в): 1 – фасонка; 2 – трещина; 3 – раскос

Для усталостных трещин в узле крепления раскоса и в полках поперечных балок (см. рис. 2) коэффициент интенсивности напряжений определяется по формуле

$$K_I = F_I \sigma \sqrt{\pi l}, \quad (2)$$

для трещин в рыбках фасонках (см. рис. 3) – по формуле

$$K_2 = F_2 \sigma \sqrt{\pi l}, \quad (3)$$

а для трещин в горизонтальной полке верхнего пояса продольной балки (см. рис. 4, 5) и узла разрыва продольных балок – по выражению

$$K_1 = F_3 \frac{6M}{tb^2 \sqrt{\pi l}} \quad (4)$$

В приведенных зависимостях σ – напряжение в рассматриваемом сечении элемента, МПа; F_i – безразмерные коэффициенты, принимаемые в зависимости от вида трещины по [9]; l – длина рассматриваемой трещины в момент технической диагностики; M – значение изгибающего момента, КНм; t – толщина листа элемента, м.

Из приведенных зависимостей видно, что значения коэффициентов интенсивности напряжений можно определить в процессе технической диагностики по фактическим величинам трещин, геометрическим параметрам элементов и усилий, действующих в рассматриваемом сечении.

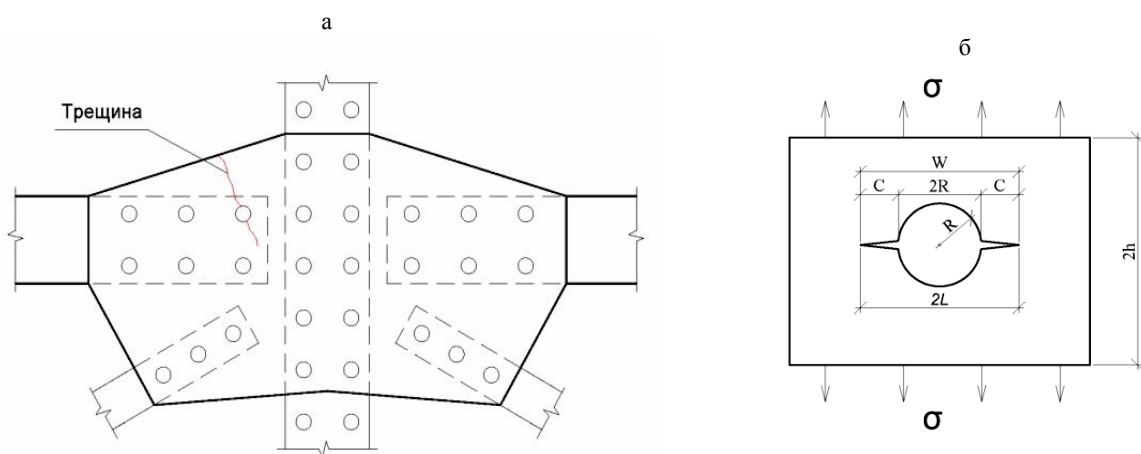


Рис. 3. Реальные трещины в рыбках-фасонках (а) и расчетная модель трещины (б)

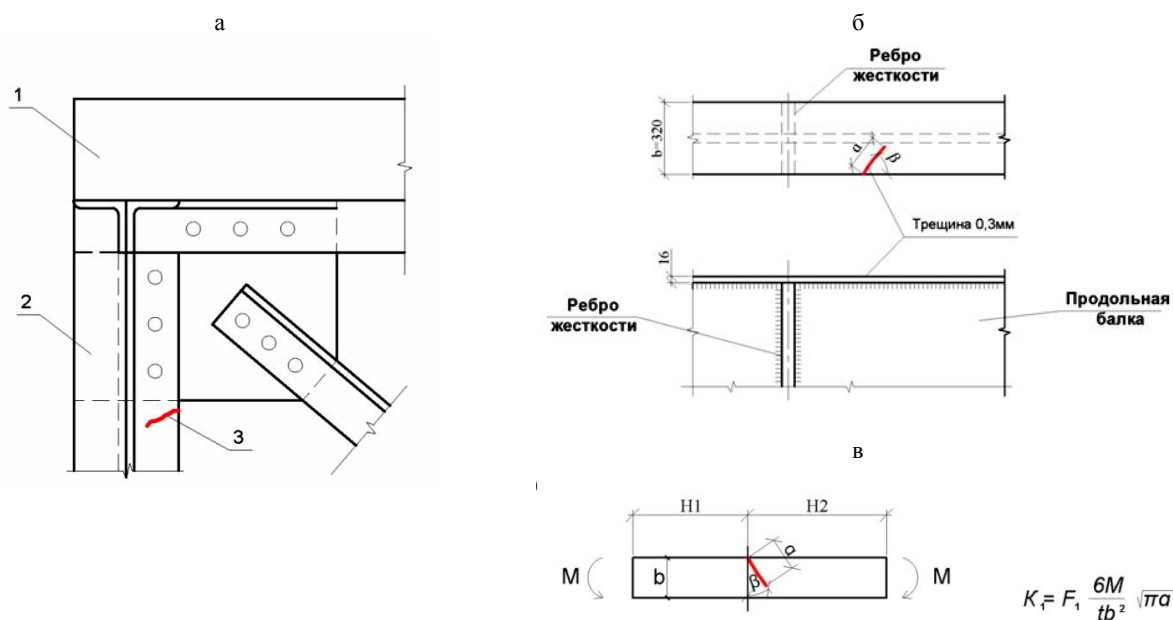


Рис. 4. Реальные трещины в поясных уголках поперечных балок (а, б) и расчетная модель трещины (в):
1 – ферма; 2 – поперечная балка; 3 – трещина

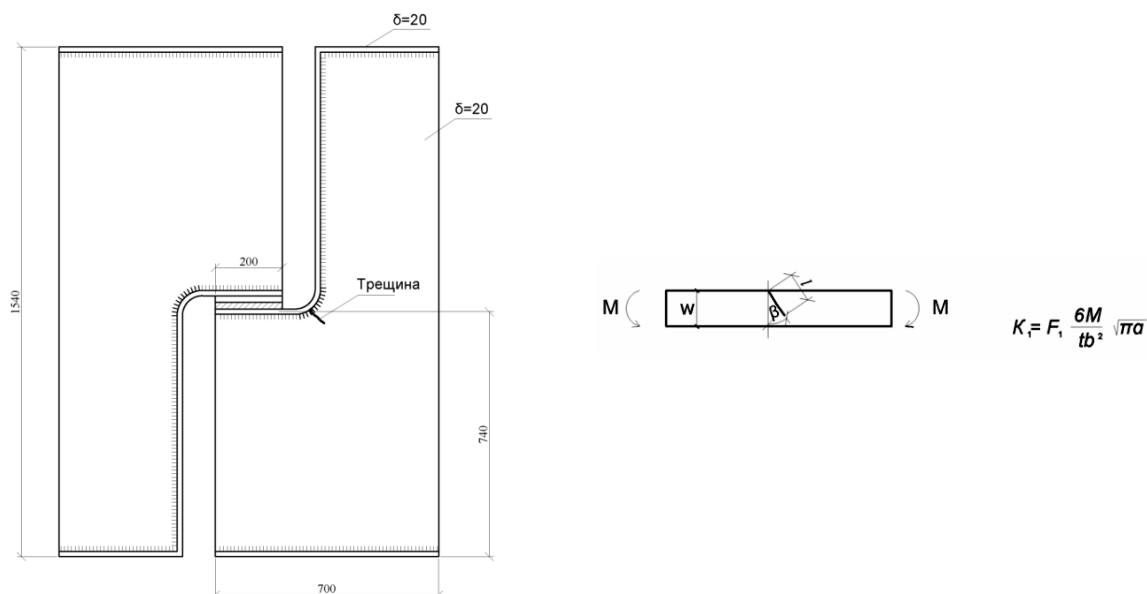


Рис. 5. Реальная трещина в узле разрыва продольной балки (а) и расчетная модель (б)

По условиям линейной механики разрушения дальнейшее движение трещины происходит при условии $K_I = K_{IC}$.

Расчет коэффициентов интенсивности напряжений для наиболее распространенных в практике случаев трещин с учетом (1) позволяет определить нарастание K в процессе эксплуатации. Сравнение его с K_{IC} даст возможность прогнозировать техническое состояние с учетом развития усталостных трещин в элементах пролетного строения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Большаков К. П. О накоплении усталостного повреждения при случайной нагруженности мостовых конструкций // Труды ЦНИИС. Вып. 88. М., 1973. С. 5 – 11.
- [2] Веденкин Г. С. и др. Трещины и коррозия в металлических мостах. М.: Транспорт, 1970. – 33 с.
- [3] Осипов В. О., Смирнова О. В., Феоктистова Е. П. Вероятностная оценка усталостного ресурса элементов пролетных строений железнодорожных мостов // Вестник МИИТа. 2004. № 10. С. 101 – 107.
- [4] Руководство по определению грузоподъемности металлических мостов. М.: Транспорт, 1987. – 271 с.
- [5] Осипов В. О. Долговечность металлических пролетных строений эксплуатируемых железнодорожных мостов. М.: Транспорт, 1982. – 287 с.
- [6] Чирков В. П. Вероятностные методы расчета мостовых железобетонных конструкций. М.: Транспорт, 1980. – 128 с.
- [7] Бобылев К. Б. Метод оценки усталостной долговечности мостов, основанный на модели накопления повреждений // Исследования работы искусственных сооружений. Труды НИИЖТ. Новосибирск, 1975. Вып. 168. С. 5-14.
- [8] Болотин В. В. Ресурс машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1990. – 446 с.
- [9] Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений. В 2-х т. Пер. с англ. Под ред. Мураками Ю. М.: Мир, 1990. – 1014 с.

АО «Ўзтяжпроект»

Дата поступления
10.01.2017

Р.Р. Мамажанов. Металл фермали темир йўл кўприк элементларидаги чарчоқ ёриқлар ва уларни емирилиш механикаси усуллари билан моделиштириш

Мақолада Тошкент-Хаваст темир йўли линиясидаги узунлиги 88 ва 110 м бўлган металл ферма оралиқ қурилмалар кўприклар элементларида ўзига хос ёриқларни пайдо бўлиши ва ривожланиши кузатувлари натижалари келтирилган. Оралиқ қурилма элементларида чарчоқ ёриқлар ривожланишини ҳисобга олиб оралиқ қурилма техник ҳолатини прогноз қилиш учун боғланишлар таклиф этилган.

R.R. Mamajanov. Atigue crack sinelement sofmetal railway bridges trussand modeling them by methods offracture mechanics

The results of the observation of major cracks in the metal span structures elements with through trusses in length, 88 and 110 m on the railway line Tashkent-Khavast. Dependences for prediction of technical state of superstructures with the development of fatigue cracks are offered.

ПРОЧНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ НАБРАСЫВАЮЩЕГО БАРАБАНА ПИЛЬНОГО ДЖИНА

Для проектирования опытного образца набрасывающего барабана пильного джина необходимо установить его основные прочностные характеристики и параметры. В пильном джине под силовым воздействием от внешних нагрузок находятся детали рабочей камеры и, главным образом, ее основные узлы – пильный цилиндр и набрасывающий барабан.

Недостаточная точность и жесткость деталей набрасывающего барабана могут привести к ухудшению процесса подачи хлопка к пильному цилиндру перед джинированием и повреждению волокон. Поэтому набрасывающий барабан хлопка следует при проектировании опытного образца подвергать необходимым силовым расчетам. Для этого нужно с использованием математического моделирования набрасывающего барабана построить эпюры прогиба оси вала, изгибающего момента, поперечных сил и произвести расчет набрасывающего барабана на прочность при кручении.

Для уменьшения аналитических вычислений при анализе статических характеристик набрасывающего барабана можно использовать метод конечных элементов в форме перемещений [1]. На рис. 1 приведена расчетная схема вала набрасывающего барабана и действующие на него нагрузки.

Равномерно распределенные нагрузки q_1, q_2, q_3 :

$q_1=15.4$ кг/м; $q_2=13.4$ кг/м; $q_3=22.9$ кг/м,

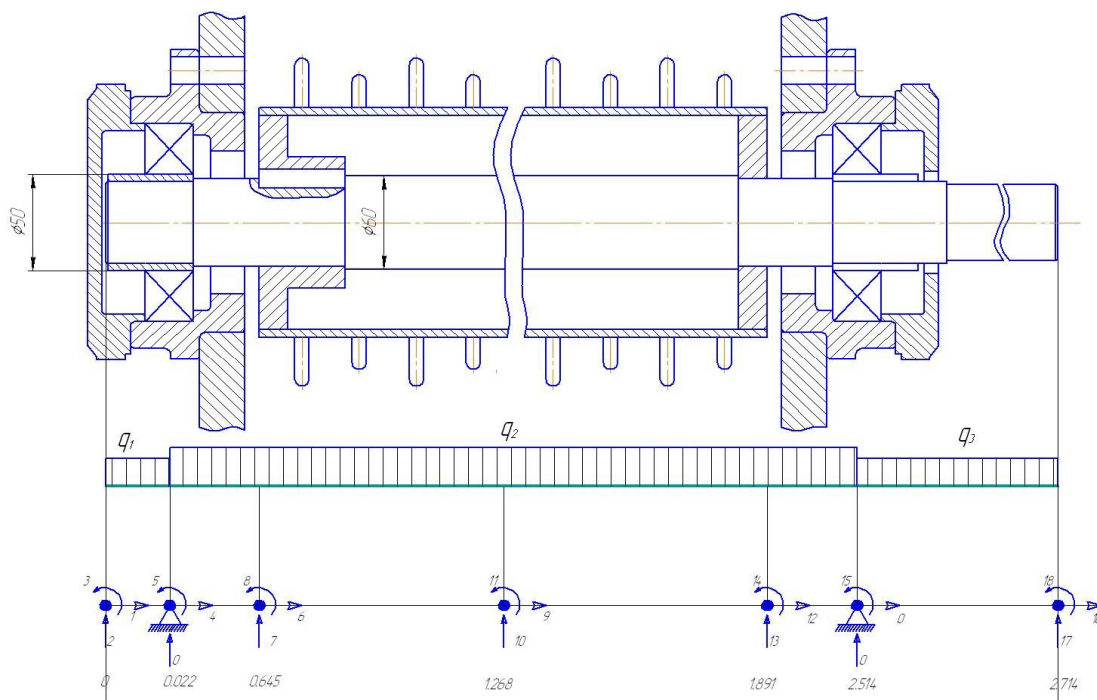


Рис. 1. Расчетная схема набрасывающего барабана

Изложим методику статического анализа набрасывающего барабана. Расчет проводился с использованием балочного элемента с одной степенью свободы (рис. 2).

Рассмотрим построение матрицы жесткости балочного конечного элемента. Зависимость между статическими нагрузками и перемещениями вала при изгибе можно получить, определяя энергетический функционал при изгибе [2, 3]

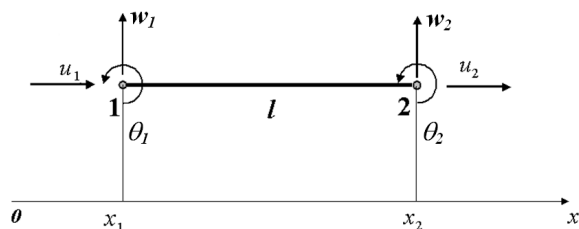


Рис. 2. Расчетная схема балочного элемента

$$I = \frac{1}{2} \int_0^l \left[EI \left(\frac{d^2 w}{dx^2} \right)^2 - 2f(x)w \right] dx, \quad (1)$$

где E – модуль упругости; I – момент инерции поперечного сечения; f – распределенная нагрузка на единицу длины.

Имея зависимость между внешними силами и перемещениями для одного элемента, можно решать задачи для любых составных стержней. Теперь, объединяя матрицы балочного и одноосного элементов, получим

$$[r] = \begin{bmatrix} \frac{EF}{L} & 0 & 0 & -\frac{EF}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} & 0 & -\frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\ -\frac{EF}{L} & 0 & 0 & \frac{EF}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} & 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где L – длина вала; EJ и EF – жесткость на изгиб и на сжатие.

Эта матрица была нами использована при расчете вала набрасывающего барабана. Для этого реализована программа с использованием метода конечных элементов:

- 1) сформированы исходные данные (таблица) на основе расчетных схем (рис. 1, 2);
- 2) ввод данных и построение матрицы жесткости;
- 3) решение системы линейных уравнений и построение эпюр моментов и поперечных сил (рис. 3–5).

Исходные данные

Координаты, м			Диаметр, м		Масса, кг	EI	EF	q , кг/м
начало	конец	длина	наружный	внутренний				
0	0.022	0.022	0.05	0	0.3382	24543.7	590619418.2	15.4
0.022	0.645	0.623	0.06	0.05	8.3544	26350.1	17361697621	13.4
0.645	1.268	0.623	0.06	0.05	8.3544	26350.1	17361697621	13.4
1.268	1.891		0.06	0.05		26350.1	17361697621	13.4
1.891	2.514		0.06	0.05		26350.1	17361697621	13.4
2.514	2.714	0.2	0.05	0	4.5748	24543.7	2827433385	22.9



Рис. 3. Эпюра прогиба оси вала

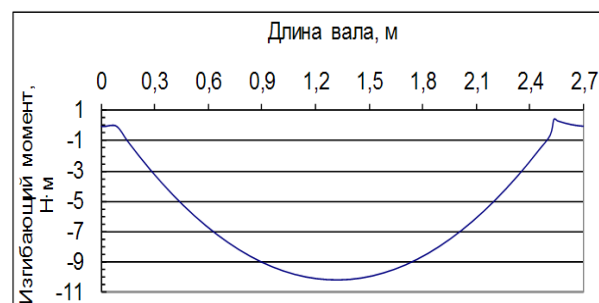


Рис. 4. Эпюра изгибающих моментов: $M_{\min}=0.458$ Н·м; $X_{\min}=2.534$ м; $M_{\max}=-10.171$ Н·м; $X_{\max}=1.3303$ м

В результате исследований расчетным путем определены эпюры прогиба оси вала набрасывающего барабана (0.25 мм), изгибающих моментов (10.171 Н·м), поперечных сил (16,51 Н) с использованием метода конечных элементов в форме перемещений.

Выводы. 1. На базе метода конечных элементов в форме перемещений проведен расчет силовых и прочностных параметров набрасывающего барабана.

2. Установлены исходные данные набрасывающего барабана.

3. Для обеспечения условий прочности работы набрасывающего барабана построены эпюры изгибающих моментов, поперечных сил, поперечного перемещения и определены их экстремальные значения при длине вала $l=2.714$ м. Так, например, максимальные значения изгибающего момента – 10.171 Н·м (на длине вала $l=1.3303$ м), поперечной силы – 16.514 Н (на длине вала $l=0.084$ м) и поперечное перемещение – 0.25 мм (на длине вала $l=1.268$ м) и последнее в 8 раз меньше, чем допустимое (1.5 – 2.0 мм).

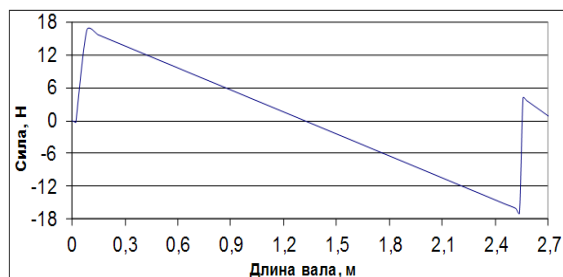


Рис. 5. Эпюра поперечных сил: $Q_{\min}=-16.88$ Н; $X_{\min}=2.534$ м; $Q_{\max}=16.514$ Н; $X_{\max}=0.084$ м

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мухаммадиев Д.М., Рахматкариев Ш.У., Арифджанов А.З. Анализ статических и динамических характеристик пильного цилиндра волоконотделителя // Проблемы машиностроения и надежности машин. М., 2009. № 2. С. 13 – 17.
- [2] Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. – 541 с.
- [3] Секулович М. Метод конечных элементов. М.: Стройиздат, 1993. – 664 с.

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

Дата поступления
19.01.2017

Д.М. Мухаммадиев, Х.А. Ахмедов, Ф.Х. Ибрагимов, Т.Д.Мухаммадиев. Аррали жиндаги пахта отиб берувчи барабани мустаҳкамликка ҳисоблаш

Мақолада аррали жиннинг пахтани отиб берувчи барабанини кучиш шаклидаги чекли элементлар усули ёрдамида мустаҳкамликка ҳисоблаш натижалари келтирилган. Пахтани отиб берувчи барабан валининг эгилиш, эгувчи момент ва кўндаланг куч эпюралар қўрилган.

D.M. Muhamadiev, H.A. Akhmedov, F.H. Ibragimov, T.D. Muhamadiev. Strength calculations sketching drum saw gin

The results of strength calculations sketching drum saw gin using the finite element method in the form of movements. Constructed diagrams of bending the shaft axis sprinkles the drum, the bending moment and shear forces.

УДК 621.793

**Р.Х. САЙДАХМЕДОВ, Г.А. ХАМРАЕВА, У.Ш. ХАМРАКУЛОВ, А.И. КАМАРДИН,
Г.Р. САИДАХМЕДОВА**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

Технология нанесения тонких пленок различного назначения в вакуумной среде получила широкое распространение в интенсивно развивающейся современной промышленности, в частности, в микроэлектронике, оптической промышленности, машиностроении и приборостроении, в силу того, что в сравнении с другими известными методами нанесения функциональных покрытий позволяет получать покрытия практически из всех металлов и сплавов. Возможность получения покрытия на изделиях из полимерных основ без изменения их исходных размеров и свойств, и что немаловажно, покрытия, полученные вакуумно-магнетронным методом, отличаются высокой степенью чистоты, которая обеспечивается за счет эффективной откачки воздуха и создания низкого

давления в вакуумной камере, а также высокой скоростью осаждения испаряющихся веществ. Это позволяет существенно улучшить потребительские свойства изделий, что наиболее актуально и востребовано на сегодняшний день.

Для разработки технологических процессов нанесения функциональных покрытий в вакууме важно определение и прогнозирование таких основополагающих факторов, как толщина покрытия. Наличие толщины покрытия во многом определяет эксплуатационные свойства изделий с покрытиями. В свою очередь толщина покрытия регулируется такими технологическими параметрами, как: расстояние от испарителя до подложки; масса и плотность наносимого материала на плоской (неровной) подложке при различных режимах (электрические, технологические параметры; конструктивные особенности установки и распылительной системы) работы установки магнетронного распыления. Обеспечение получения качественного покрытия на изделиях зависит от заранее запланированного (прогнозируемого) и научно обоснованного технологического процесса нанесения покрытий. Поэтому прогнозирование конструктивных параметров защитных покрытий и на этой основе разработка технологий формирования покрытий являются актуальной задачей.

Наша цель – разработка математической модели и алгоритма программного продукта, позволяющего рассчитать толщину вакуумных функциональных покрытий при заданных технологических параметрах. Задачами работы являются определение толщины вакуумных покрытий на основе Al и Cr, полученного при магнетронном распылении.

Расчет толщины покрытий при помощи сканирующих микроскопов и микроинтерферометров требует сложного и дорогого оборудования, что не всегда оправдано в производстве или практически невозможно из-за свойств используемых металлов (твердых сплавов). Разработка расчетных программ по диагностике и автоматическому определению толщины вакуумных покрытий по всей площади изделия позволит, во-первых, сократить время и затраты на определение толщины покрытий, во-вторых, предварительно, по требованию, определить технологические режимы установки, в-третьих, оптимизировать толщину и свойства покрытий.

Определение толщины покрытий в цикле технологического процесса является одним из важных параметров, определяющих эксплуатационные свойства изделия с покрытием функционального назначения. Данная научная проблема всегда актуальна в модернизирующей сфере производства, науки и интересует многих инженеров-технологов, ученых-исследователей всего мира. Задается вопрос, какова должна быть оптимальная толщина покрытия, исходя из функционального назначения, равномерности толщины по всей поверхности обрабатываемого изделия, и как влияет толщина на физико-механические, химические свойства и на адгезионную прочность покрытия, а также множество других задач, с которыми периодически сталкиваются ученые-исследователи. Толщина покрытий зависит от многих факторов, т.е. является многопараметрической. Это могут быть конструктивные особенности, электрические параметры вакуумной установки, режимы технологического процесса формирования покрытий, физические свойства напыляемых химических элементов и др. В частности, в работе [1] изучено влияние нанесения ионно-плазменного покрытия с использованием вакуумно-дугового разряда на точность цилиндрических деталей. Исследовано влияние расположения, габаритов и конфигурации обрабатываемой детали, а также загрузки вакуумной камеры (количество деталей и их расположение в камере).

Таким образом, влияние вакуумного ионно-плазменного покрытия на погрешность детали определяется следующими причинами: нагревом детали, погрешностью толщины покрытия, наличием остаточных напряжений в покрытии, разнотолщинностью покрытия по всей поверхности детали [1 – 3]. Была исследована точность формы цилиндрических деталей, погрешность толщины покрытия в зависимости от размеров области расположения упрочняемых деталей. При нанесении покрытия TiN цилиндрические втулки располагались параллельно и перпендикулярно к потоку плазмы. Отмечается, что при нанесении покрытий на цилиндрические поверхности, которые расположены параллельно оси потока, появляется отклонение профиля продольного сечения – конусообразность, а при расположении цилиндрической поверхности перпендикулярно к потоку погрешностью станет отклонение профиля продольного сечения – бочкообразность. Показано, что отклонение формы детали (овальность) после нанесения покрытия равно исходной овальности детали, а погрешность толщины ионно-плазменных покрытий зависит от количества деталей, установленных на держателе и области их расположения [1]. Однако в статье не рассмотрено влияние формы подложки на равномерность покрытий. Как известно, в современной технике часто применяются детали различной формы двойной и тройной кривизны. В рассмотренной работе

также не исследован тот факт, когда группа деталей расположена на разных расстояниях от источника испарения, так как на практике зачастую используют именно такую компоновку расположения деталей в вакуумной камере с целью повышения производительности производства. Все перечисленные выше аспекты определяют конкретные задачи по дальнейшему исследованию технологического процесса с учетом специфики производства напыления функциональных покрытий.

В зависимости от функционального назначения толщина покрытий может колебаться от нескольких до десятков микрон. В частности, в работах [4, 5] изучены эксплуатационные свойства многокомпонентных и многослойных ионно-плазменных покрытий на основе нитридов титана, хрома и ванадия. Отметим, что на поверхность подложки перед осаждением нитридного покрытия нанесена тонкая подложка металлического материала приблизительно до 1 мкм. Изучены влияние толщины, состава и структуры покрытий на микротвердость, хрупкость и адгезионную прочность покрытий с основой.

Методика расчета распределения толщины покрытия на поверхности плоской подложки при магнетронном распылении изучена в работе [6]. Работа направлена на кинематическое движение планетарного механизма и соответственно – на определение толщины покрытия по всей поверхности плоской (линейной) подложки, совершающей планетарное движение. Такой подход решения задачи связан с конструкцией установки и в качестве базовой компоновки в статье рассмотрена дуальная система магнетронного распыления. С учетом большого количества разнообразных установок с различной компоновкой по назначению актуальной является разработка адекватной математической модели, позволяющей рассчитать толщину покрытий.

Принцип разработки математической модели и алгоритма. Разработка программы расчета определенных параметров вакуумных покрытий – задача сложная. Для ее решения используются различные языки программирования. В нашем случае это язык MATLAB, являющийся высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования.

Для построения графика распределения толщины тонкопленочного покрытия на напыляемой поверхности детали разработана компьютерная программа расчета.

Принцип расчета толщины покрытия состоит из следующих этапов:

- изначально выбирается материал, предназначенный для покрытия (исходя из физико-механических свойств элемента, в нашем случае Al, Ni), далее определяется масса данного материала (от 0.1 до 10 г предположительно), от плотности которой и энергии испаренных ионов зависит толщина будущей пленки. Вычисляется объем материала покрытия по формуле

$$V_m = \frac{M_{mat}}{\rho_{mat}}, \quad (1)$$

где V_m – объем наносимого материала; M_{mat} – масса материала; ρ_{mat} – плотность материала;

- на втором этапе выбирается расположение испарителей на поверхности мишени: для упрощения визуального представления процесса испарения материала мы использовали пространственную «сетку» и разделили расстояние между точками испарения с шагом 1 см. Например, на сетке длиной 5 см (размер сетки выбирается от 10×10 до 100×100 ячеек) расположено 5 точек испарения, т.е. на каждом сантиметре расположена 1 точка (рис. 1).

Объем испаряемого материала равномерно распределяется по точкам, следовательно, в каждой точке испарения оказывается объем:

$$\frac{V_{mat}}{n_{точ}}; \quad (2)$$

- на третьем этапе испарение материала осуществляется по следующим трем вариантам выборочно, в нашем случае рассматривается вариант а):

- а) равномерное испарение по углам из точки,

- б) испарение в верхнюю полуплоскость по закону косинуса,

- в) испарение в полуплоскость по закону $\cos^n \alpha$ ($n=1,5$), что соответствует термоиспарению, магнетронному распылению и испарению из тигля.

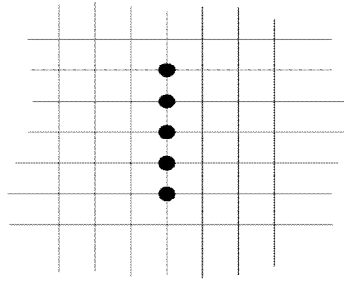


Рис.1. Расположение точек испарения на пространственной сетке

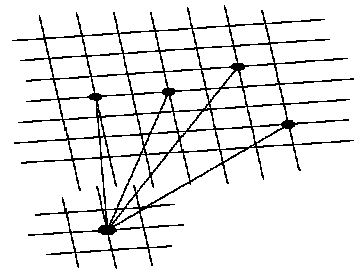


Рис. 2. Расположение покрытий в «верхней» сетке

Толщина покрытия d в зависимости от выбора вариантов a , b , v при испарении из «точки» вычисляется по формуле

$$a) d = \frac{V \cdot H}{4\pi(x^2 + H^2)^{3/2}}; \quad (3)$$

$$б) d = \frac{V \cdot H^2}{2\pi(x^2 + H^2)^2}; \quad (4)$$

$$в) d = \frac{V \cdot H^{5/2}}{2\pi(x^2 + H^2)^{5/2}}. \quad (5)$$

Для каждой точки «верхней» сетки рассчитывается толщина покрытия (в выбранном квадрате $n \times n$ точек) (рис. 2).

Подобные расчеты повторяются для всех «точек испарения».

Толщина покрытий в каждой точке верхней сетки d_{mn} суммируется, т.е. определяется следующим выражением:

$$d_{mn} = d_1 + d_2 + \dots + d_n. \quad (6)$$

На конечном этапе строится «график» распределения толщины пленки, определяющий максимальную толщину покрытия d_{max} .

На рис. 3 и 4 представлены графики распределения толщины тонкопленочных покрытий из Al и Ni, полученные при помощи разработанной компьютерной программы, реализующей описанный алгоритм.

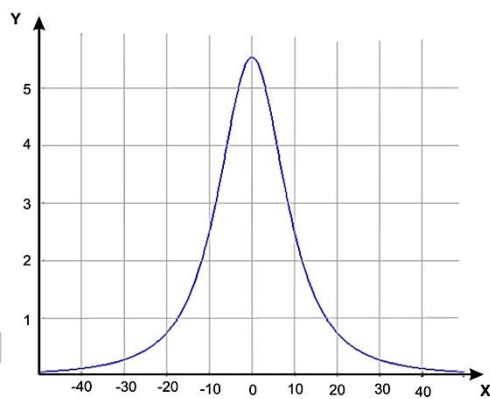


Рис.3. График распределения толщины покрытия по длине подложки: материал – Al, при длине детали $x=100$ мм, высоте $H=50$ мм

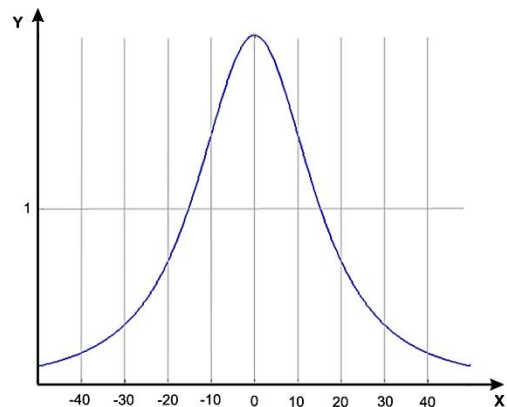


Рис.4. График распределения толщины покрытия по длине подложки: материал – Ni, при длине детали $x=100$ мм, высоте $H=50$ мм

Рассмотрим плоскую подложку, расположенную на расстоянии $H=50$ мм от катода испарителя. Распределение слоя материала определяется по формуле (3) при $x = 100$ мм – длина детали,

на графическом изображении координата x определяет длину покрываемой детали, координата y определяет толщину покрытия d .

Для алюминиевых покрытий с плотностью материала 2.6 г/см^3 на расстоянии $50 - 500 \text{ мм}$ от испарителя и длиной подложки от 100×100 до $500 \times 500 \text{ мм}$ максимальная толщина наблюдается по центру подложки – она соответственно равна 5.6 мкм . На периферии толщина покрытия резко сужается и пленка по отношению к центру подложки тонко распределяется по всей длине.

Для никелевых покрытий с плотностью материала 8.9 г/см^3 на расстоянии $50 - 500 \text{ мм}$ от испарителя и длиной подложки 100×100 до $500 \times 500 \text{ мм}$ максимальная толщина наблюдается по центру подложки – она соответственно равна 2 мкм . На периферии толщина покрытия плавно сужается и пленка по отношению к центру подложки распределяется толстым слоем по всей длине.

Таким образом, на основе проведенных аналитических исследований и расчета можно сделать следующие выводы:

1. Разработана методика расчета заранее планируемого (прогнозируемого) распределения толщины покрытия на напыляемой поверхности при магнетронном распылении мишеней, параллельно расположенной к подложке.

2. Разработаны математическая модель и алгоритм решения задачи с использованием программы MATLAB. На основе компьютерной программы рассчитано распределение толщины покрытий на основе алюминия и никеля на поверхности подложки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Будилов В.В., Мухин В.С., Ягафаров И.И. Точность деталей машин при вакуумном ионно-плазменном нанесении покрытия // Управление и обработка информации в сложных системах. 2014. С. 198 – 202.
- [2] Будилов В.В., Киреев Р.М., Ягафаров И.И. Технология нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий на детали ГТД высокой точности // Наноинженерия. 2013. № 4 (22). С. 38 – 42.
- [3] Будилов В.В., Киреев Р.М., Ягафаров И.И. Оценка точности деталей ГТД при ионно-плазменном нанесении покрытий // Известия вузов. Авиационная техника. 2012. № 2. С. 65 – 68.
- [4] Сайдахмедов Р.Х. Ионно-плазменные покрытия на основе нитридов и карбидов переходных металлов с регулируемой стехиометрией. Ташкент: Фан, 2005. – 232 с.
- [5] Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Сайдахмедов Р.Х. Ионно-плазменные нестехиометрические покрытия на основе нитридов и карбидов переходных металлов. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2011. – 220 с.
- [6] Сагателян Г.Р., Шишлов А.В. Анализ распределения толщины тонкопленочного покрытия при магнетронном напылении на установках с планетарным перемещением подложки // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана // Электрон. Журнал. 2014. № 11. С. 458 – 481.

Ташкентский государственный технический университет
Туринский политехнический университет

Дата поступления
13.10.2016

Р.Х. Сайдахмедов, Г.А. Хамраева, У.Ш. Хамракулов, А.И. Камардин, Г.Р. Саидрахмедова. Ион-плазма усули билан олинган функционал қопламаларнинг қалинлигини аниқлаш

Магнетрон пуркаш усули билан чанглатилган заррачаларнинг асос юзасида жойлашувининг математик модели тавсия этилган ва шу асосда алюмин ва никел қопламаларининг юза бўйича қалинлиги ҳисобланган. Ҳисоблашда буглатгичдан қопланаётган деталгача бўлган масофа, юзада ҳосил қилинадиган қоплама материалнинг массаси ва зичлиги ҳисобга олинган. Шунингдек, чанглатиш жараёнининг физик механизми эътиборга олган ҳолда қоплама қалинлигини ҳисоблаш усуллари келтирилган.

R.Kh. Saidakhmedov, G.A. Khamrayeva, U.Sh. Khamrakulov, A.I. Kamardin, G.R. Saidakhmedova. Definition of functional coatings thickness formed by ion plasma method

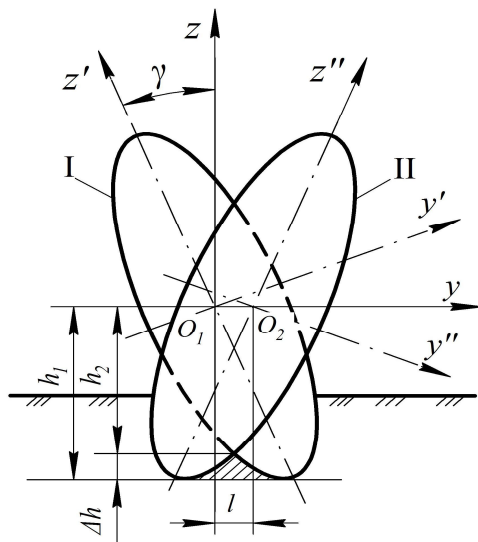
In the article a mathematical model of the spray particles distribution on the substrate surface for a magnetron sputtering system, and on this basis calculated thickness of the aluminium and nickel coatings. The calculation took into account the distance from the evaporator to the substrate, the mass and density of the coating material. Furthermore it was considered several options for calculating the coating thickness, depending on the physical mechanism of the spraying process.

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН БОРОНАНИНГ ДИСКЛИ ЮМШАТКИЧЛАРИ ҲОСИЛ ҚИЛАДИГАН НОТЕКИСЛИКЛАР БАЛАНДЛИГИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Ҳозирги пайтда мамлакатимизда ерларни буғдой ва такрорий экинларни экиш учун тайёрлашда ҳамда серкесак ерларга экиш олдидан ишлов беришда БДТ–3,0, ТДБ–3,0 каби дискли бороналардан кенг фойдаланилади. Аммо, бу бороналар қўлланилганда ерларга белгиланган (14–18 см) чуқурликда ишлов бериш учун уларни бир жойдан икки-уч марта ўтишига тўғри келади. Бунинг асосий сабаби шуки, мавжуд дискли бороналарда иш органлари, яъни сферик дисклар секциялаб тик (дала юзасига нисбатан) ўрнатилган. Шунинг учун улар тупрокка яхши ботмайди ва даладан бир ўтишда уни талаб даражасидаги чуқурликка юмшата олмайди. Бундан ташқари иш органларини секциялаб ўрнатилиши боронанинг массаси ва габарит ўлчамлари катта бўлишига олиб келади. Яна шуни айтиш лозимки ерларга мавжуд дискли бороналар билан ишлов берилганда дала юзаси текисланиш ва зичланиш даражалари бўйича экин экишга тайёр ҳолда бўлмайди. Шу сабабли улар қўлланилганда тупроқни экишга узил-кесил талаб даражасида тайёрлаш учун ерларга тишли тирмалар ва мола текислагичлар билан қўшимча ишлов берилади. Бу ерларга ишлов бериш учун сарфланадиган харажатларни, шу жумладан ёқилғи сарфини ортишига олиб келади.

Ушбу айтилганлардан келиб чиққан ҳолда институтимизда мавжуд дискли бороналар иш сифатини ошириш ва материал ҳажмдорлигини камайтириш йўналишларида такомиллаштирилиб, шу асосда комбинациялашган дискли борона ишлаб чиқилди [1,2] ва унинг параметрларини асослаш бўйича тадқиқотлар ўтказилмоқда. У икки қатор ўрнатилган дискли юмшаткичлар, текислагич ва планкали ғалтакмоладан ташкил топган бўлиб, даладан бир ўтишда тупроқни экишга тайёрлаш бўйича барча технологик жараёнларни бажариб кетади, яъни уни белгиланган чуқурликка юмшатади, юза қисмини текислайди, майдалайди ва зичлайди.

Мазкур мақолада ишлаб чиқилган комбинациялашган дискли борона томонидан ишлов берилган қатлам тубида ҳосил бўладиган нотекислик(ўрқач)лар баландлигини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.



1-расм. Комбинациялашган борона дискли юмшаткичлари томонидан ишлов берилган қатлам тубида ҳосил бўладиган нотекисликлар баландлигини аниқлаш схемаси: y, z – координата ўқлари; D – диск диаметри; α – дискнинг ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчаги; β – дискнинг тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаги; γ – дискни кўндаланг-тик текисликка туширилган проекцияси катта ўқнинг z га нисбатан оғиш бурчаги; l – дисклар марказлари орасидаги кўндаланг масофа

Ишлов берилган қатлам тубида ҳосил бўладиган нотекисликларнинг баландлиги Δh (1-расм) комбинациялашган дискли боронанинг асосий иш кўрсаткичларидан бири ҳисобланади ва ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига бир хил шароит яратилиши учун агротехника талаблари бўйича уларнинг баландлиги 3 см дан ортиқ бўлмаслиги лозим.

Ишлов берилган қатлам тубидаги нотекисликлар комбинациялашган боронанинг биринчи ва иккинчи қаторда жойлашган дискли юмшаткичлари орасида ишлов берилмайдиган зоналар қолиши натижасида юзага келади ва уларнинг баландлиги қуйидагига тенг

$$\Delta h = h_1 - h_2, \quad (1)$$

бу ерда h_1 –эгат тубидан дискларнинг кўндаланг-тик текисликка туширилган проекциялари марказларигача бўлган тик масофа; h_2 – ишлов берилган қатлам

тубида ҳосил бўлган ўркач учидан дисklarнинг кўндаланг-тик текисликка туширилган проекциялари марказлари-гача бўлган тик масофа.

(1) ифодадаги h_1 ва h_2 масофа-ларни аниқлаш учун 1-расмдаги схемага асосан дисklar тигларини кўндаланг-тик текисликдаги проекцияларининг, яъни I ва II эллипсларнинг тенгламаларини тузамиз

$$\frac{(y \cos \gamma + z \sin \gamma)^2}{0.25D^2 \cos^2 \beta \sin^2 \alpha} + \frac{(z \cos \gamma - y \sin \gamma)^2}{0.25D^2} = 1; \quad (2)$$

$$\frac{[(y-l) \cos \gamma - z \sin \gamma]^2}{0.25D^2 \cos^2 \beta \sin^2 \alpha} + \frac{[z \cos \gamma + (y-l) \sin \gamma]^2}{0.25D^2} = 1, \quad (3)$$

Маълумки [3]

$$\gamma = \arctg \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha}.$$

Эгат тубидан дисklarнинг марказларига-гача бўлган тик масофа h_1 ни аниқлаш учун (2) тенгламани z га нисбатан ечамиз ва олинган натижани у бўйича экстремумга тадқиқ этиб, қуйидаги натижага эга бўламиз

$$h_1 = \frac{b^2 \sqrt{\frac{d}{(4ac-b^2)c}} + \sqrt{\left(4a - \frac{b^2}{c}\right)d}}{2a}, \quad (4)$$

бу ерда $a = \sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma \cos^2 \beta \sin^2 \alpha$; $b = \sin 2\gamma \cos^2 \beta \cos^2 \alpha$; $c = \cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma \cos^2 \beta \sin^2 \alpha$; $d = 0.25D^2 \cos^2 \beta \sin^2 \alpha$.

Ишлов берилган қатлам тубида ҳосил бўлган ўркач учидан дисklarнинг марказларига-гача бўлган тик масофа h_2 (2) ва (3) тенгламаларни биргаликда z га нисбатан ечиш орқали аниқланди ва қуйидаги ифода олинди

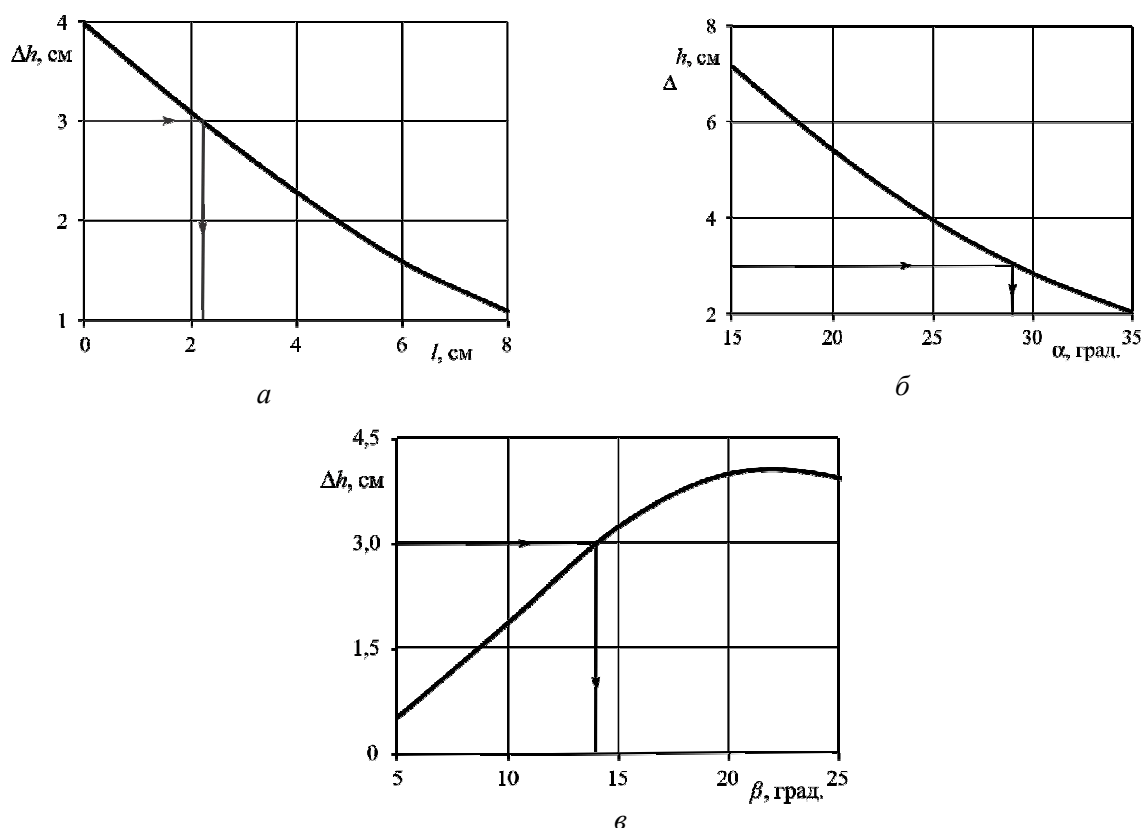
$$h_2 = \frac{lb + \sqrt{l^2 b^2 - 4a(l^2 c - 4d)}}{4a}. \quad (5)$$

(4) ифодадан h_1 ва (5) ифодадан h_2 ларни қийматларини (1) ифодага қўйиб, эгат тубида ҳосил бўладиган нотекисликлар баландлигини аниқлаш учун қуйидаги якуний ифодани оламиз

$$\Delta h = \frac{1}{4a} \left\{ 2 \left[b^2 \sqrt{\frac{d}{(4ac-b^2)c}} + \sqrt{\left(4a - \frac{b^2}{c}\right)d} \right] - \left[lb + \sqrt{l^2 b^2 - 4a(l^2 c - 4d)} \right] \right\} \quad (6)$$

Юқорида қабул қилинган белгилашларни ҳисобга олган ҳолда бу олинган ифоданинг таҳлили комбинациялашган дискли борона томонидан ишлов берилган қатлам тубида ҳосил бўладиган нотекисликлар баландлиги дискли юмшаткичларнинг диаметри, ҳаракат йўналиши ва тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаклари ҳамда улар айланиш марказлари орасидаги кўндаланг масофага боғлиқ эканлигини кўрсатади.

2 – расмда D нинг берилган қийматида (650 мм) (6) ифода бўйича Δh ни l масофа ҳамда α ва β бурчакларга боғлиқ равишда ўзгариш графиклари қурилган. Улардан кўриниб турибдики дискли юмшаткичларнинг айланиш марказлари орасидаги кўндаланг масофа ва уларни ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчагини ортиши ишлов берилган қатлам тубида ҳосил бўладиган нотекисликлар баландлигини камайишига олиб келган, тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаги ортиши билан эса бу кўрсаткич олдин ортган, кейин эса камайган.



2 - расм. Δh ни l (а), α (б) ва β (в) га боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

Олинган графиклар бўйича ишлов берилган катлам тубида ҳосил бўладиган нотекикликларнинг баландлиги юқорида таъкидланган талаб даражасида бўлиши, яъни 3 см дан катта бўлмаслиги учун диски юмшаткичлар айланиш марказлари орасидаги кўндаланг масофа ва уларни ҳаракат йўналишига нисбатан ўрнатилиш бурчаги мос равишда камида 2.04 см ва 29° , тикка нисбатан ўрнатилиш бурчаги эса кўпи билан 14° дан катта бўлмаслиги келиб чиқади.

АДАБИЁТЛАР

- [1] Тўхтақўзиев А., Калимбетов М.П., Эргашев М.М. Комбинациялашган диски борона // “Фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси қишлоқ хўжалиги самарадорлигининг муҳим омили” Республика илмий – амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. Самарқанд, 2013. 145 – 147 б.
- [2] Эргашев М.М. Комбинациялашган борона диски иш органлари параметрларининг иш кўрсаткичларига таъсири // Агро илм. 2015. № 2-3. Б. 86-88.
- [3] Нартон П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж, 1972. – 182 б.

Қишлоқ хўжалигини механизациялаш ва
электрлаштириш илмий-тадқиқот институти

11.05.2016 й.
қабул қилинган

А. Тухтақузиёв, М.М. Эргашев. Исследование высоты неровностей, образуемых дисковыми рыхлителями комбинированной дисковой борона

В статье приведены результаты теоретических исследований по определению высоты неровностей, образующихся на дне обработанного комбинированной бороной слоя почвы.

A. Tuxtakuziev, M.M. Ergashev. Study of height forming at the bottom of the ground-layer roughness's processed by a combined disk harrow

In article carried on theoretical researches by definition of height roughnesses formed at the bottom of processed disk ripper of the combined harrow of ground-layer are resulted.

ХРОНИКА

ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ – ВАЖНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ СТРАНЫ

Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев накануне Нового года – 30 декабря 2016 года встретился с ведущими представителями науки нашей страны.

Во встрече приняли участие члены правительства, руководители министерств и ведомств, государственных и общественных организаций, коммерческих банков, члены Академии наук Республики Узбекистан, ректоры ведущих высших учебных заведений.

Глава нашего государства, поздравив собравшихся с наступающим Новым годом, отметил, что под руководством Первого Президента нашей страны Ислама Каримова было уделено большое внимание укреплению интеграции науки и производства, развитию системы образования, инновационной экономики. Само время требует поднять на новый уровень развития как все сферы жизни общества, так и науку, ибо без науки трудно решать стоящие перед обществом актуальные задачи. Всесторонняя поддержка науки и ученых является одной из приоритетных задач нашего государства.

Работа в этом направлении последовательно и системно продолжается. В недавно принятом Указе главы нашего государства Шавката Мирзиёева «О мерах по дальнейшему совершенствованию и стимулированию деятельности академиков Академии наук Республики Узбекистан» определен ряд важных мер по дальнейшему развитию и укреплению научного потенциала страны, усилению роли науки в социально-экономическом развитии, всесторонней поддержке деятельности академиков, стимулированию повышения качества подготовки высококвалифицированных научных кадров.

Занятие наукой, открытие и изобретение нового – это чрезвычайно кропотливый труд, – сказал Президент нашей страны. Поэтому труд наших ученых, самоотверженно работающих в этой сложной сфере, заслуживает всяческой поддержки.

Развитие нашей страны и общества в соответствии с современными требованиями сложно представить без науки. В развитии самой науки важную роль играют фундаментальные исследования. Именно через них осваиваются новые знания и формируются теории, создается прочная основа для перспективных прикладных исследований и инновационных разработок.

Проводимые сегодня в нашей стране исследования не всегда отвечают нынешнему высокому уровню развития науки.

В целях внедрения в практику высокотехнологичной научной продукции необходимо создать новые современные опытно-производственные, конструкторско-технологические организации и инновационные центры. Маркетинг и услуги лицензирования не соответствуют требуемому уровню. Это сказывается на широком внедрении в практику научно-инновационной продукции нашей страны.

Особо отмечалось важное значение дальнейшего углубления интеграции науки, образования и производства. Предоставление льгот и преференций предприятиям, внедряющим новые технологии, является важным фактором для увеличения количества предприятий, вкладывающих инвестиции в науку.

Имеющиеся научный потенциал и средства необходимо задействовать в наиболее приоритетных исследованиях, направленных на заказы отраслей экономики и решение конкретных проблем.

“Само время требует развития научного сотрудничества с ведущими мировыми институтами, университетами, научными центрами и академиями наук”, – сказал Президент нашей страны. Была подчеркнута необходимость принятия мер по созданию в нашей стране оптимальных условий для наших соотечественников, получивших образование и ученую степень в ведущих зарубежных образовательных и научных учреждениях, всемерному стимулированию их научного труда.

В нашей стране много ученых с высоким потенциалом, получивших мировое признание. Они должны создать свои школы. Необходимо коренное совершенствование первого этапа воспитания высокопотенциальных кадров – школьного образования. Важно обеспечить непрерывность процесса подготовки научных кадров и высококвалифицированных специалистов. “Мы ничего не пожалеем на эти цели”, – сказал глава нашего государства. Представителями сферы науки особо подчеркивалось, что выдвинутые на предвыборных встречах Шавката Мирзиёева предложения, в том числе по созданию современных технопарков, Инновационного центра в Академгородке со статусом свободной экономической территории, будут способствовать повышению конкурентоспособности научно-исследовательских институтов, образовательных учреждений и промышленных предприятий, привлечению в сферу отечественных и иностранных инвесторов.

Президент нашей страны Шавкат Мирзиёев особо отметил, что наука занимает очень важное место в развитии всех отраслей экономики, в этом деле государство опирается в первую очередь на Академию наук, интеграция науки и производства сегодня, как никогда, имеет очень актуальное значение. Глава нашего государства еще раз поздравил собравшихся с Новым годом.

*Перепечатано из газеты «Правда Востока»
31.12.2016 г.*

**КОММЕНТАРИЙ К ПОСТАНОВЛЕНИЮ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
№ ПП-2789 «О МЕРАХ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
АКАДЕМИИ НАУК, ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ФИНАНСИРОВАНИЯ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» ОТ 17 ФЕВРАЛЯ 2017 Г.**

За годы независимости в Республике Узбекистан сформирована устойчивая система организации, управления и финансирования научно-исследовательской деятельности. В стране созданы авторитетные научные школы, функционирует разветвленная научно-организационная инфраструктура в виде научных лабораторий и кафедр, научных и научно-технических советов вузов, научно-исследовательских учреждений, министерств и ведомств, экспертных и научно-технических советов на уровне республики.

Особенно в последние годы проведена значительная работа, направленная на укрепление материально-технического потенциала и повышение эффективности научно-исследовательской деятельности. Создан ряд новых научно-инновационных структур – Центр геномики и биоинформатики, Международный институт солнечной энергии, Центр высоких технологий с участием Кембриджского университета.

В системе организации научно-исследовательской деятельности особое место по праву принадлежит Академии наук как флагману фундаментальных исследований. На сегодняшний день в системе Академии наук сконцентрирован значительный интеллектуальный потенциал. И потому не случайно огромное внимание государства к вопросам дальнейшего усиления роли академической науки в инновационном развитии экономики, повышения престижа и совершенствования научно-инновационной деятельности Академии наук.

Ярким свидетельством такого внимания является то, что первая встреча Президента нашей страны в качестве главы государства состоялась именно с научным сообществом – академиками, ведущими учеными республики. С 1 января 2017 года академикам выплачивается ежемесячный гонорар в размере десяти минимальных заработных плат, не облагаемый налогом на доходы физических лиц. Для них также предусмотрено ежегодное бесплатное прохождение курса оздоровления в санаторно-оздоровительных учреждениях. Академиком созданы необходимые условия для широкого вовлечения в научно-образовательные и производственные процессы и активного участия в подготовке высококвалифицированных кадров.

Вместе с тем нынешний уровень научно-технического потенциала, обеспеченности кадрами, материально-технической, лабораторной и экспериментальной базы научно-исследовательской деятельности отстает от высоких темпов социально-экономического развития страны. Особую остроту приобретают вопросы обеспечения конкурентоспособности отечественной, особенно академической, науки и соответствия ее высокому мировому уровню.

Имеется ряд проблем в системе финансирования деятельности научно-исследовательских учреждений. В результате наблюдается снижение престижа научной деятельности, отток одаренной молодежи в другие сферы, сохраняется тенденция повышения среднего возраста научных кадров. В связи с этим восстановление потенциала и престижа единой системы координации процессов формирования, реализации и мониторинга государственных научно-технических программ и создание ученым всех необходимых условий для ведения широкоформатных научных исследований становятся одной из актуальных задач сегодняшнего дня.

Необходимо отметить, что стимулирование научно-исследовательской и инновационной деятельности, создание эффективных механизмов внедрения научных и инновационных достижений в практику, организация при высших образовательных учреждениях и научно-исследовательских институтах специализированных научно-экспериментальных лабораторий, центров высоких технологий и технопарков определены в качестве важнейших направлений развития сферы образования и науки в Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 – 2021 гг.

Кроме того, в ходе непосредственного диалога с народом в областях республики Президентом нашей страны ставятся конкретные задачи по возрождению научного потенциала во всех регионах и эффективному использованию интеллектуального потенциала в комплексном развитии территорий, активному вовлечению молодежи в научно-исследовательскую деятельность. При решении этих задач важное значение имеют целенаправленная мобилизация научных исследований на решение реальных проблем социально-экономической сферы, обеспечение тесной интеграции науки и производства и, в свою очередь, создание механизмов повышения эффективности внедрения производственными предприятиями научно-технологических разработок ученых.

В целях решения накопившихся проблем в данной сфере принято Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Академии наук, организации, управления и финансирования научно-исследовательской деятельности». Данным Постановлением предусматривается реализация широкого круга конкретных целенаправленных мер.

В частности, Постановлением определены основные задачи и приоритетные направления деятельности Академии наук на основе современных требований. Кроме того, в целях дальнейшего укрепления

научно-исследовательской инфраструктуры в составе Академии наук создается ряд научно-исследовательских учреждений, а также отдельные учреждения возвращаются в ее ведение. Данные меры позволят Академии наук обеспечить проведение широкопрофильных исследований, сконцентрировать имеющийся научный потенциал в различных отраслях науки и направить его на решение актуальных проблем социально-экономической сферы.

В Постановлении особое внимание уделяется дальнейшему совершенствованию организационной структуры Академии наук с образованием в ее составе отделений по физико-математическим и техническим, химико-биологическим, общественно-гуманитарным наукам, а также созданием нового отделения Академии наук в городе Навои. Это позволит обеспечить системную координацию научных исследований в указанных направлениях, а также будет способствовать эффективному использованию потенциала академической науки в комплексном развитии промышленности Навоийской области.

Кроме того, приравнивание председателей Каракалпакского отделения, Навоийского отделения Академии наук, а также Хорезмской Академии Маъмуна к статусу вице-президента Академии наук в соответствии с данным постановлением является ярким подтверждением важности возрождения потенциала и повышения статуса науки в регионах.

В Постановлении также уделено особое внимание стимулированию эффективной научной деятельности. С этой целью создается Фонд материального стимулирования научных сотрудников Академии наук, достигших весомых результатов по итогам научных исследований, с формированием его средств за счет отчислений научно-исследовательских учреждений Академии наук в размере 10 процентов от чистой прибыли, поступившей от их хозяйственной и предпринимательской деятельности.

В соответствии с Постановлением создается Государственная комиссия по науке и технологиям во главе с Премьер-министром Республики Узбекистан, на которую возлагаются задачи по разработке и реализации единой государственной политики в области научно-технической деятельности, функции по определению приоритетных направлений инновационной политики.

В качестве рабочего органа данной комиссии создается Агентство по науке и технологиям Республики Узбекистан на базе упраздняемого Комитета по координации развития науки и технологий при Кабинете Министров. На агентство возлагаются задачи по формированию государственных заданий на оказание научно-технических услуг в части выполнения фундаментальных, прикладных и инновационных исследований для отраслей экономики и социальной сферы.

Данные меры будут способствовать поднятию системы организации научно-исследовательской деятельности на качественно новый уровень, что позволит сплотить имеющийся интеллектуальный потенциал, устранить мелкотемье и неэффективные тематики исследований, а также избежать их дублирования.

Еще одним важным вопросом, который будет решен благодаря данному Постановлению, является создание при Государственной комиссии по науке и технологиям Фонда поддержки и развития научно-технической деятельности в форме юридического лица, средства которого будут направлены на следующие цели:

- создание в научно-исследовательских и высших образовательных учреждениях принципиально новых, оснащенных современным высокотехнологичным оборудованием научных лабораторий;

- покрытие расходов по регистрации за рубежом прав на интеллектуальную собственность (патентов), созданных отечественными учеными в рамках государственных научно-технических программ;

- бесперебойное обеспечение научных приборов и оборудования современных лабораторий необходимыми расходными материалами и комплектующими;

- покрытие расходов по обеспечению свободного доступа научно-исследовательских и высших образовательных учреждений к ведущим мировым электронным научным базам данных;

- финансирование краткосрочных научных стажировок молодых ученых в ведущих зарубежных научных центрах.

Реализация указанных мер, являясь логическим продолжением системных шагов государства по усилению роли науки в инновационном развитии экономики, послужит успешному выполнению Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 – 2021 гг.

Данное Постановление будет способствовать повышению престижа академической науки, укреплению кадрового и интеллектуального потенциала, совершенствованию системы организации и управления научно-исследовательской деятельности, кардинальному улучшению материально-технической базы научно-исследовательских учреждений, вовлечению в науку одаренной молодежи и достойному материальному стимулированию кропотливого труда ученых.

<http://lex.uz>

**О МЕРОПРИЯТИЯХ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ
ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ, В ТОМ ЧИСЛЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ
ПОДГОТОВКИ НАСЕЛЕНИЯ К ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИИ, УТВЕРЖДЕННОЙ
НАЧАЛЬНИКОМ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ, ПРЕМЬЕР-МИНИСТРОМ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН Ш. МИРЗИЁЕВЫМ 6 МАЯ 2016 Г.**

I. Информация по обеспеченности результатами исследований и разработка рекомендаций

Для территорий с высоким уровнем сейсмической активности вопрос предотвращения трагических и разорительных последствий сильных землетрясений является жизненно важным. Люди не могут предотвратить или снизить сейсмическую опасность, но они могут ее предугадать и быть готовыми к ней. Оценка последствий сильных землетрясений в крупных городах мира в последние годы показала, что число жертв среди населения и размер материального ущерба могут быть значительно сокращены, если заблаговременно производится оценка сейсмического риска заселенных территорий, подготавливается и реализуется план управления сейсмическим риском, в частности, предусматривается укрепление существующих и разработка новых конструкций и технологий возведения сейсмостойких зданий и сооружений. Таким образом, государственная комплексная программа мероприятий по дальнейшему повышению эффективности мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с землетрясениями, в том числе совершенствованию подготовки населения к действиям при их возникновении является своевременной.

Школа под руководством академика АН РУз Т. Рашидова выполняет широкие исследования в области механики, сейсмодинамики зданий и подземных сооружений, а также по оценке и снижению ущерба при возможных землетрясениях. Заодно отметим, что в США в конце XX в. была создана специализированная группа ученых и специалистов из 40 человек, которые не только подготовили предложения по подготовке населения и служб безопасности, но и провели огромную работу по оценке и снижению сейсмических потерь во всех городах и селах США.

Т. Рашидовым установлены законы взаимодействия в системе «сооружение – грунт» при сейсмическом нагружении, разработана сейсмодинамическая теория подземных сооружений. Результаты исследований в сейсмодинамике подземных сооружений включены в нормативные документы по сейсмостойкому строительству и широкому использованию в строительной практике. Экономическая эффективность выполняемых работ связана с обеспечением сейсмостойкости зданий и сооружений, построенных и вновь строящихся объектов, с обеспечением прочности и сейсмостойкостью зданий и сооружений при землетрясениях, защитой населения и уникальных объектов при землетрясениях.

В рамках Международного гранта «Оценка сейсмической уязвимости систем жизнеобеспечения» проекта «Радиус» [1] для г. Ташкента проведены систематизация и разработка критериев повреждаемости подземных систем жизнеобеспечения при сейсмических воздействиях, выполнена оценка ущерба в системах жизнеобеспечения и инфраструктуры. Проведены сейсмическая оценка зданий и оценка риска, классификация зданий в г. Ташкенте по степени их уязвимости и повреждаемости, составлен график ущерба в зависимости от степени повреждений кирпичных, крупнопанельных, каркасно-панельных, монолитных зданий. С учетом реализации мероприятий по управлению риском подсчитаны экономические потери по жилым зданиям г. Ташкента. По итогам принята резолюция, которая послужила основой для разработки плана действий и управления риском по объектам систем жизнеобеспечения и инфраструктуры. Подготовлены планы действий по снижению ущерба для наземных строений при сценарном землетрясении. Построены новые матрицы повреждения усиленных зданий. Для индивидуального строительства разработаны специальные Положения по ведению строительства, в которых регламентированы простые приемы усиления 1-2-малоэтажных строений, выполненных из малопрочных местных материалов. В конкурсе получения гранта участвовали 49 городов мира, победителями стали пять городов мира, в их числе – г. Ташкент. Работы выполнены в хокимияте г. Ташкента совместно с Управлением по чрезвычайным ситуациям (УЧС) города. Результаты отчета распространены по всему миру. По нашим материалам выполнены оценка и снижение риска для г. Бишкека и г. Душанбе.

С момента утверждения норм проектирования КМК 2.01.03-96 «Строительство в сейсмических районах» Узбекистана в практике строительства элементов жизнеобеспечения произошли серьезные изменения: появились новые строительные материалы, изделия и конструкции, для которых ряд положений КМК практически устарел и стал непригодным в новых условиях. Появились новые данные последствий сильных мировых землетрясений, характеризующие поведение подземных сооружений во взаимодействии с окружающим грунтом. На основе знаний и опыта, полученных по завершении Международного проекта «Радиус», в рамках отечественных грантов дополнена оценка повреждаемости и удельной аварийности трубопроводов в зависимости от грунтовых условий, укладки, материала трубопровода, интенсивности воздействия. Построены графики удельной аварийности подземных трубопроводных систем. Разработаны эффективные методы расчета и проектирования подземных систем жизнеобеспечения при сейсмических нагружениях. Проведены экспериментальные и теоретические исследования, глубоко изучены последствия прошедших сильных

землетрясений на эти сооружения. Обобщены экспериментальные (лабораторные), натурные и модельные исследования при статических и динамических нагружениях.

Отметим, что почти 1/3 расходов от всего объема строительства приходится на подземные системы жизнеобеспечения. Повреждения подземных трубопроводов влияют на работоспособность всей системы, а в наземных сооружениях носят локальный характер.

Выполнен Международный грант НАТО «Наука во имя мира» и ООН по проблемам «Оценка и снижение экономических потерь». В рамках Международного гранта НАТО «Оценка и снижение сейсмического риска в Ташкенте, Узбекистан, и Бишкеке, Кыргызстан» выполнена оценка сейсмической опасности территории городов, инвентаризация жилых зданий и распределение населения по территории города, осуществлена оценка сейсмических повреждений жилых зданий и возможное количество пострадавших в случае сильного землетрясения. Подготовлены инструкции, обучающие население правильным действиям до, во время и после землетрясения, руководства по оценке технического состояния и методам усиления зданий различных типов. Эти материалы обсуждены в широких кругах населения.

Базы данных и оценка потерь осуществлялись с использованием ГИС-технологии, что позволяет легко использовать, модифицировать и дополнять исходную информацию, чтобы получать как можно более точную оценку сейсмического риска в городе в соответствии с изменением состояния жилого фонда и повышением уровня знаний о сейсмической опасности территории и уязвимости сооружений и населения. В Ташкенте на основе результатов этого проекта создана база данных, разработано программное обеспечение для оценки сейсмического ущерба, руководства и инструкции, предназначенные для использования, прежде всего, в Управлении по чрезвычайным ситуациям города. Эта информация будет необходима для развития и постоянной модификации плана управления риском на территории города в целях сокращения материальных и социальных потерь в случае землетрясения.

Опыт, полученный участниками этого проекта из стран-партнеров во время его выполнения, и приобретенное за счет средств НАТО оборудование позволили провести аналогичные исследования для других городов Узбекистана.

Для городов Самарканд, Наманган и Хива подготовлены рекомендации по обеспечению сейсмической безопасности для основных объектов риска в привязке к местным условиям (типичных для отмеченных городов конструктивных решений зданий, руководства для управленческих структур и обучения населения). Выполнен анализ сведений об исторической сейсмичности исследуемых территорий. Определены варианты сценарных землетрясений, их проявление на территориях городов, а также их характеристики. Из выбранных вариантов сценарных землетрясений определены наиболее неблагоприятные (опасные) в отношении возможных последствий для отмеченных городов. Классифицированы материалы исследований по инженерной геологии, электроразведке и сейсмометрии исследуемых территорий. Выполнена классификация сведений о сейсмических характеристиках грунтов, выделены преобладающие периоды колебаний. В соответствии с планом исследований в Самарканде, Намангане и Хиве были организованы и проведены областные научно-практические семинары с участием представителей управленческих структур, подразделений МЧС и всех служб городского хозяйства, на которых были сделаны презентации проекта и доложены результаты 1-го этапа его выполнения. Обеспечено тесное взаимодействие и сотрудничество исполнителей проекта на местах с отмеченными организациями, как держателями основной необходимой информации и одновременно являющимися потенциальными пользователями его результатов.

Опубликована коллективная монография «Обеспечение сейсмической безопасности объектов частной жилой застройки Ферганской долины», которая структурно состоит из Введения, 6 глав, Заключения, Списка литературных источников и Приложений [2].

В монографии изложены основные результаты исследований, полученных авторами при выполнении Государственной научно-технической программы А14-ФА-Ф052 «Оценка технического состояния объектов частной жилой застройки Ферганской долины и разработка рекомендаций по обеспечению и повышению их сейсмостойкости (по последствиям прошедших и землетрясения 20 июля 2011 г.)», реализация которой осуществлялась в период 2012 – 2014 гг.

Цель монографии заключается в проведении оценок степени сейсмической повреждаемости объектов частной жилой застройки (в первую очередь) на территориях Ферганской, Наманганской и Андижанской областей Ферганской долины, а также в разработке комплекса рекомендаций по обеспечению их сейсмостойкости, безопасной эксплуатации и соответствующей подготовке населения.

В начале монографии приведён «Перечень определений», где отражены наиболее распространённые в литературных источниках понятия и определения, которые встречаются в данной предметной области как в отечественной, так и в зарубежной литературе.

Проведён анализ передового мирового и имеющегося отечественного опыта исследований и практических разработок, посвященных рассматриваемой проблеме, а также приведены результаты исследований, выполненных авторами к настоящему времени в рамках целого ряда прикладных и инновационных проектов.

Освещены сейсмологические условия и результаты инженерного анализа последствий произошедших

в исследуемом регионе землетрясений, в том числе землетрясения 20 июля 2011 г.

Представлены материалы натурных обследований жилых зданий, возведённых частными застройщиками на исследуемой территории. Составлена классификация зданий по годам постройки, используемым материалам, типам конструктивных решений, распределению в них жилой площади и проживающего населения, а также по степени сейсмической повреждаемости. Проведена оценка объёмно-планировочных и конструктивных решений зданий с позиций обеспечения сейсмостойкости и соответствия требованиям КМК. Выявлены наиболее часто встречающиеся факты несоответствия. Проведена оценка степени сейсмической повреждаемости зданий наиболее характерных для исследованных регионов конструктивных решений.

Рассмотрены результаты прогнозных оценок возможного ущерба по жилищному фонду по Ферганской, Наманганской и Андижанской областям в случае землетрясений интенсивностью 7, 8 и 9 баллов.

Приводятся результаты серии расчетов зданий с синчевыми каркасами на сейсмические воздействия интенсивностью 7, 8 и 9 баллов.

Представлены разработанные в рамках выполнения отмеченного проекта «Рекомендации по снижению неструктурного риска», «Рекомендации по обеспечению сейсмостойкости зданий с каркасами «синч»», «Рекомендации по обеспечению сейсмостойкости зданий со стенами из пахсы», «Рекомендации по обеспечению сейсмостойкости зданий со стенами из сырцового кирпича», «Пособие по оценке технического состояния и безопасной эксплуатации зданий для индивидуальных застройщиков», «Рекомендации по сейсмическому усилению зданий существующей застройки с несущими стенами из местных низкопрочных материалов» и мн. др.

В Приложениях приводятся различного рода справочная и другая вспомогательная информация, а также документация о внедрении результатов исследований.

Представленные в монографии результаты исследований обеспечат возможность долгосрочного и оперативного планирования действий, снижающих сейсмический риск, в первую очередь, на населённых территориях Ферганской долины. Они могут быть использованы как при решении текущих вопросов управления и эксплуатации индивидуального жилищного фонда, так и при разработке генеральных планов развития населённых территорий органами управления и планирования, эксплуатационными службами для всей республики, республик Центральной Азии и пр.

Монография может быть справочным материалом. Она предназначена для использования специалистами, выполняющими исследования и практические разработки по различным аспектам проблемы обеспечения сейсмической безопасности, оценки и управления сейсмическим риском, сотрудниками подразделений МЧС, органов Государственного управления и планирования, специалистами АПУ, инспекций ГАСН, кадастровыми службами, органами местного самоуправления и др.

Монография может быть использована студентами, докторантами и преподавателями вузов, осуществляющих подготовку соответствующих специалистов, а также частными застройщиками.

Для остальных областей при необходимости могут быть проведены подобные работы на основе хозяйственных работ, спонсирующиеся местными органами власти. Если будет создана рабочая группа, то команда под моим руководством из Ташкента, Самарканда, Ферганской долины может разработать конкретные рекомендации применительно к местным условиям и участвовать в их реализации совместно с работниками МЧС, хокимиятов областей и их структур, г. Ташкента и Каракалпакстана. Необходимо подготовить на базе вышепереработанных материалов на русском языке рекомендации по обеспечению безопасности зданий и сооружений и подготовке населения к сценарным землетрясениям, а также перевести их на узбекский язык в достаточном количестве экземпляров.

Основные результаты выполнения будут доложены по соответствующим областям на организованных межобластных научно-практических семинарах-тренингах с участием представителей хокимиятов и территориальных подразделений МЧС, инспекции ГАСН, АПУ, органов местного самоуправления и профилирующих вузов региона, а также в выступлениях на местах по радио, телевидению и печати. Подобные работы позволят оценить на местах степень подготовленности населения к землетрясениям.

Мероприятия необходимо проводить в разрезе областей поэтапно.

Этап 1. Ташкент, Самарканд и Ферганская долина.

Этап 2. Каракалпакстан, Кашкадарьинская, Сурхандарьинская, Ташкентская и Сырдарьинская области.

Этап 3. Школьные, дошкольные и медицинские учреждения.

Естественно, по опыту выполнения грантов по линии ООН и НАТО такую сложную организационную работу нельзя выполнить без участия ответственных работников МЧС и местных хокимиятов и их служб. Нужно будет издавать приказы по министерству, озадачив работников МЧС и УЧС на местах и участия в них ответственных работников соответствующих хокимиятов и заинтересованных организаций. Будет уместным назначение координатора работы от МЧС по осуществлению вышеуказанных мероприятий в лице зам.министра МЧС. Все это будет достойным ответом по успешному выполнению вышеназванной программы.

II. Предложения по исполнению Комплексной программы мероприятий по дальнейшему повышению эффективности мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с землетрясениями, в том числе совершенствованию подготовки населения к действиям при их возникновении (по пунктам).

По пункту 1. Материал целиком содержится в главе 1 монографии [2], дополнительные материалы приведены в отчетах [4 – 6] и результатах Международных грантов [1, 3].

По пункту 2. Полная информация содержится в материалах [1 – 6].

По пункту 3. Будет представлен материал к сроку – март 2017 г. Отметим, что, кроме приведенных, целиком материал содержится в ранее изданной монографии [7]. Она предназначена для использования широким кругом читателей. Монография содержит материал для публикации в открытой печати. Эту монографию следует издать массовым тиражом на русском и узбекском языках либо централизованно, либо на местах в хокимиятах, распространить лицам, занимающимся выполнением настоящей программы, и широкому кругу населения.

По пункту 4. Материалы по актуализации норм проектирования КМК-96 по части раздела IV «Подземные сооружения» будут подготовлены к концу 2017 г. Что касается участия сотрудников института, в группу, которую подготовят, рекомендуется включить Х.С. Сагдиева, Т. Рашидова, М. Ахмедова.

По пункту 5. Отметим, что почти 1/3 расходов от всего объема строительства приходится на подземные системы жизнеобеспечения. Повреждение подземных трубопроводов влияет на работоспособность всей системы, а в наземных сооружениях носит локальный характер.

Установлены законы взаимодействия в системе «сооружение – грунт». Проведены систематизация и разработка критериев повреждаемости подземных систем жизнеобеспечения при сейсмических воздействиях, сделана оценка ущерба в системах жизнеобеспечения и инфраструктуры. Разработаны эффективные методы расчета и проектирования подземных систем жизнеобеспечения при сейсмических нагрузках. Подготовлены планы действий и управления риском по объектам систем жизнеобеспечения и инфраструктуры.

Ожидаемые результаты: возможность определения опасных зон в системе подземных систем жизнеобеспечения, влияние каждого параметра (геометрические размеры, влияние грунтовых условий) на их работоспособность при сейсмических воздействиях.

Область применения: при проектировании и строительстве подземных сетей трубопроводов.

По пункту 6. Дополнительно к представленному отметим, что необходимо исследовать сейсмическую безопасность подземной части особо важных гидротехнических сооружений (ГТС) и разработать рекомендации по снижению ущерба, что важно в целом для обеспечения безопасности ГТС в условиях землетрясений (на грантовой основе). Рабочий вариант по результатам трех изученных плотин издан малым тиражом.

По пункту 7. Данные для индивидуальных зданий из местных материалов изложены в монографии [2], а для современных зданий и сооружений – в монографии [7] и отчетах [1, 3 – 6].

По пункту 8. В дальнейшем сотрудники, связанные с работой по этому пункту, примут активное участие в проводимых мероприятиях (ответственные Т. Рашидов, Х.С. Сагдиев, М. Ахмедов и др.)

По пункту 9. Организована Международная научно-техническая конференция «Прочность конструкций, сейсмодинамика зданий и сооружений», которая состоялась 12–14 сентября 2016 г. В ней приняли участие с докладом специалисты по тематике данного направления. Среди 405 докладов 105 – из дальнего зарубежья. В работе конференции участвовал 31 человек.

По пункту 12. Необходимо получить рекомендации МЧС по проблемам глубокого исследования и разработки конкретных действий, связанных с расчетом и снижением сейсмических потерь и обеспечением безопасности – систем жизнеобеспечения подземных трубопроводов и зданий, сооружений.

По пункту 19. При разработке и раздаче памятных буклетов жителям по вопросам строительства сейсмостойких зданий нужно широко использовать результаты монографий и материалов отчетов [1 – 7]. Для привязки к местным условиям сотрудники (Н. Нишинов и др.) могут принять активное участие, если будет соответствующая финансовая поддержка – они работают на грантовой основе.

По пункту 23. По графику наша команда может участвовать с выступлениями на радио, телевидении и в печати. Имеются результаты у сотрудников (Т. Рашидов, Х. Сагдиев, М. Ахмедов, Н. Нишинов). При необходимости мероприятия по данному вопросу будут представлены. Сотрудники несколько раз выступали по радио, телевидению и в печати.

По пункту 24. При необходимости представим предложения в срок.

По пункту 25. В Узбекском журнале «Проблемы механики» и на его веб-сайте будет размещаться информация по правилам поведения при землетрясении и соблюдению норм строительства сейсмостойких домов. Это уже практикуется.

По пункту 28. Предусмотреть выступление ведущих ученых института по графику. Широко использовать результаты вышеприведенных материалов [1 – 7].

По пункту 29. Целесообразно участие в рабочих группах ведущих ученых института (Т. Рашидов, Х. Сагдиев, М. Ахмедов и др.). Имеется целая команда исследователей в Ташкенте, областях Ферганской долины и Самарканде и др.

Думаю, для облегчения работы по успешному и качественному выполнению Комплексной программы в целом по республике и на местах (областях республики) необходимо разработать соответствующие распоряжения МЧС о подготовке необходимых документов, рекомендаций и другого материала в каждом хокимияте на двух языках (узбекском, русском). Размножить их и раздать широкому кругу работников МЧС, организациям, хокимиятам и населению.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] RADIUS PROJECT CASE STUDY IN TASHKENT FINAL REPORT. Tashkent, 1999. Project for IDNDR, OCHA, United Nations. – Website at: <http://www.unisdr.org>.
- [2] Рашидов Т.Р., Кондратьев В.А., Раззаков С.Ж., Нишонов Н. Обеспечение сейсмической безопасности объектов частной жилой застройки Ферганской долины. Ташкент: “Фан ва технология”, 2016. – 282 с.
- [3] Заключительный отчет по проекту NATO SP971923 «Оценка и снижение сейсмического риска в Ташкенте (Узбекистан) и Бишкеке (Кыргызстан)». Ташкент: ИМиСС АН РУз, 2004.
- [4] Отчет о научно-исследовательской работе по теме И-8-16 «Оценка сейсмического риска в Узбекистане, разработка современных методов снижения ущербов и внедрение их в заинтересованных организациях (промежуточный). Академия наук Республики Узбекистан. Институт механики и сейсмостойкости сооружений им М.Т. Уразбаева. Ташкент, 2009. – 279 с.
- [5] Отчет о научно-исследовательской работе по теме ГНТП-К-16-007 «Разработка научно-практических основ обеспечения сейсмической безопасности городов Узбекистана (Самарканд, Наманган, Хива) и рекомендаций по снижению ущерба при возможных землетрясениях» (заключительный). Академия наук Республики Узбекистан. Институт механики и сейсмостойкости сооружений им М.Т. Уразбаева. Ташкент, 2011. – 369 с.
- [6] Оценка технического состояния объектов частной жилой застройки Ферганской долины и разработка рекомендаций по обеспечению и повышению их сейсмостойкости (по последствиям прошедших и Ферганского 2011 г. землетрясений) / Отчеты НИР 2012 – 2014 гг. Ташкент: ИМСС, 2014. – 202 с.
- [7] Рашидов Т.Р., Кондратьев В.А., Кузьмина Е.Н. Обеспечение сейсмической безопасности в Узбекистане. Ташкент, 2011. – 560 с.

Академик АН РУз Т.Р. Рашидов

О НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ В Г. ТАШКЕНТЕ

12–14 сентября 2016 г. в столице дружеского Узбекистана, г. Ташкенте, состоялась Международная научно-техническая конференция: «Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений». На конференцию прибыли известные ученые из дальнего и ближнего зарубежья. Открыл конференцию директор Института сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан, д.ф.-м.н. Рустам Абдуллаевич Абиров. С приветственным словом от Оргкомитета выступил академик АН РУз, член Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике Турсунбай Рашидович Рашидов. Его имя известно далеко за пределами Узбекистана, как выдающегося ученого-специалиста по сейсмостойкости сооружений. В Республике Казахстан академик Т.Р. Рашидов получил признание и является Почетным профессором Казахской головной архитектурно-строительной академии. Следует отметить, что данная конференция была хорошо организована, все зарубежные участники ощущали заботу и внимание со стороны Оргкомитета.

На пленарном заседании участники конференции прослушали и обсудили обстоятельные доклады академика АН РУз Т.Р. Рашидова «Состояние и перспективы развития проблем сейсמודинамики подземных сооружений», академика РАН В.А. Ильичева «Строительство подземных сооружений в Москве: торговые центры, линии метрополитена, фундаменты высотных зданий» (Москва, Россия). Большой интерес вызвали доклады С. Негматуллаева «Современная система сейсмического мониторинга Таджикистана» (Душанбе, Таджикистан), В.А. Братова, Н.Ф. Морозова, Ю.В. Петрова «Разрушение горных пород при динамическом нагружении» (Санкт-Петербург, Россия), Р.В. Гольдштейна, А.В. Ильяшенко, С.В. Кузнецова «Сейсмические волны Рэлея и последствия их воздействий на сооружения» (Москва, Россия), A.Zh. Zhussupbekov «Natural and man-made geohazards in Kazakhstan» (Astana, Kazakhstan). От имени казахстанской делегации и геотехнической ассоциации академику Т.Р. Рашидову за большие научные достижения и значительный вклад в развитие геотехнической науки и образования была вручена золотая медаль академика Ш.М. Айталиева.

Секционные заседания проводились в 3-х секциях:

1 секция – «Сейсмостойкость зданий и сооружений» – состояла из 5 подсекций:

– Сейсмостойкость зданий и конструкций, строительные материалы;

- Механика грунтов, основания, гидротехнические сооружения;
- Дороги, дорожные сооружения;
- Сейсмодинамика подземных сооружений и метрополитенов;
- Оценка и снижение сейсмического риска, сейсмические воздействия, нормативно-правовые документы в проектировании.

2 секция – «Механика сплошных сред» состояла из 3 подсекций:

- Механика жидкости и газа;
- Динамика оболочки;
- Механика деформируемого твердого тела.

3 секция – «Машиноведение и машиностроение» состояла из 4 подсекций:

- Общие вопросы машиноведения и машиностроения;
- Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры;
- Теория и практика создания прогрессивной техники, механизация и автоматизация производственных процессов;
- Вопросы моделирования и расчетов технических систем.

Программа конференции была насыщенной. Это объясняется множеством проблем, которые существуют в современном строительстве. В мире увеличиваются катастрофы, разрушения, вызванные некачественным строительством, новые технологии и современные композитные материалы требуют постоянного совершенствования компьютерного моделирования, методов расчета, мониторинга, обмена мировым опытом при создании оптимальных и эффективных конструкций зданий и сооружений. В этом плане цели и задачи конференции оправдались.

На заключительном пленарном заседании были заслушаны и обсуждены доклады Р.А. Абирова «Метод СН ЭВМ А.А. Ильюшина, задачи механики и сейсмостойкости сооружений (состояние и перспективы)»; А.А. Ишанходжаева «Состояние и перспективы разработки и внедрения сейсмостойких конструкций Ташкентского метрополитена»; Б.М. Мардонова «Устойчивость и колебания геометрически нелинейных стержневых систем» и др.

Казахстанские ученые и специалисты представили 15 докладов в области прочности строительных и дорожных конструкций, геотехники, сейсмодинамики и строительных материалов. Приняли участие представители 6 вузов и научно-исследовательские институты Казахстана. Следует отметить, что КазГАСА представила 5 докладов, среди них профессор В.А. Хомяков и профессор Е.Т. Бесимбаев презентовали новые научные результаты своих экспериментальных и теоретических работ. От имени казахстанской геотехнической ассоциации сделал интересный доклад профессор из ЕНУ им. Л. Гумилева (Астана) А.Ж. Жусупбеков о естественных и человеческих рисках в области геотехники. Все доклады и выступления после обсуждения вызвали одобрение участников конференции. Состоялся обмен опытом проектирования, строительства эффективных конструкций, риска и ликвидаций последствий землетрясений и многих насущных инженерных вопросов. В принятой конференцией резолюции большое внимание уделено молодым кадрам, а именно: проведению семинаров стран СНГ по надежности и сейсмостойкости зданий и сооружений, мониторингу, строительным нормам, стандартам и соответствующим документам.

В свободное от конференции время всем участникам предоставили возможность познакомиться с достопримечательностями столицы Узбекистана. Город Ташкент поразил своими широкими проспектами, прекрасным метро с 3 протяженными линиями, новыми современными зданиями и, безусловно, приветливыми жителями. Здесь все создано для народа, особенно многочисленные кафе с вкусной восточной кухней, где можно за небольшую цену вдоволь насладиться изысканными блюдами. Повсюду чистота, цветы, свежий воздух.

В древнем городе Самарканде было проведено выездное заседание Международной конференции, где участники могли ознакомиться также с историческими памятниками, достопримечательностями и отдать дань уважения – Первому Президенту Узбекистана Исламу Каримову. Некоторые участники конференции посетили древний город Бухару, где находились резиденции бухарских эмиров, множество древних медресе и мавзолеев. Все три города: Ташкент, Самарканд, Бухара поразили участников своим великолепием, скверами, парками, поющими фонтанами, идеальной чистотой, зеленью и добродушием людей. Везде встречали нас улыбкой, дружескими объятиями и добрыми пожеланиями. Это было очень приятно, находясь в другой независимой стране, чувствовать себя как дома.

Покидая Ташкент, все казахстанские участники уезжали с теплыми чувствами благодарности организаторам данной конференции, особенно академику Т.Р. Рашидову, профессору А.А. Ишанходжаеву и др. и братской любви к солнечному Узбекистану. Конференция укрепила научные международные связи не только в области строительства, но и в сфере образования между Казахстаном и странами дальнего и ближнего зарубежья.

*С.Х. Достанова, д.т.н., профессор КазГАСА
Е.А. Исаханов, д.т.н., профессор КазНИТУ*

РЕЗОЛЮЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ, СЕЙСМОДИНАМИКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

12 – 14 сентября 2016 г.

г. Ташкент, Узбекистан

В соответствии с Распоряжением Кабинета Министров Республики Узбекистан №33-9 от 20 января 2016 г. 12 – 14 сентября 2016 г. в Институте сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан проведена Международная научно-техническая конференция «Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений».

В организации конференции совместно с Институтом сейсмостойкости сооружений АН РУз принимали участие Научно-исследовательский центр по проблемам отраслевого машиноведения при Ташкентском государственном техническом университете; Бухарский государственный университет; Наманганский инженерно-педагогический институт; Национальный университет Узбекистана; Ташкентский автомобильно-дорожный институт (ныне – Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог); Ташкентский архитектурно-строительный институт; Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт; Ургенчский государственный университет.

В общей сложности представлено более 200 докладов. Всего принимали участие 405 авторов. Доклады представили ученые из Узбекистана, Казахстана, Кыргызстана, США, России, Китая, Японии, Украины, Таджикистана и Афганистана.

Основной целью проведенной Международной конференции было всестороннее обсуждение, обмен опытом и мнениями о практике, достижениях и современных тенденциях развития сейсмостойкого строительства и обмен идеями и мнениями ученых, экспертов и других специалистов в области сейсмической безопасности, решение вопросов, связанных с сейсмостойкостью зданий и подземных сооружений, оснований и фундаментов, и широкого круга задач прочности конструкций и механики сплошных сред.

На конференции заслушано 10 пленарных докладов. Работа конференции проходила по трем секциям: 1. Сейсмостойкость зданий и сооружений; 2. Механика сплошных сред; 3. Машиноведение и машиностроение.

Одна из основных тематик конференции – сейсмостойкость зданий и сооружений, взаимодействующих с грунтом. Это связано с тем, что вопросы сейсмической безопасности населенных пунктов сегодня являются одной из первоочередных задач разрабатываемых программ в республике и в целом в мире, так как за последние десятилетия на планете существенно повысилась интенсивность нестационарного проявления сильных землетрясений. Учитывая актуальность этого вопроса, по Постановлению Президента Республики Узбекистан от 8 июля 2014 г. № 2204, на базе ИМиСС АН РУз создан Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз, основными задачами которого являются:

- разработка эффективных прикладных методов расчета сейсмостойкости сооружений;
- углубленное исследование и оценка сейсмоустойчивости оснований, фундаментов, подземных и грунтовых сооружений;
- повышение сейсмостойкости зданий и сооружений на основе осуществления экспериментальных исследований;
- проведение оценки технического состояния и разработка конструктивных решений по обеспечению сейсмостойкости и долговечности зданий и сооружений.

Отрадно отметить, что все изложенные задачи института отражены в материалах конференции, которые будут обсуждены и найдут в дальнейшем свое практическое применение в отраслях народного хозяйства.

Данная конференция является этапной в ряду конференций по динамике фундаментов, по сейсמודинамике зданий и сооружений и по многим другим проблемам сейсмостойкого фундаментостроения и подземного строительства, проводившихся в г. Ташкенте в предшествующие годы. Эта конференция соединила в себе яркий инженерный подход, заложенный классиками этого направления – профессорами Д.Д. Барканом, О.А. Савиновым, О.Я. Шехтером, П.Л. Ивановым, М.Т. Уразбаевым, В.Т. Рассказовским, К.С. Завриевым, Ш.Т. Напетваридзе, Т.Ж. Жунусовым, их учениками, продолжателями и современными исследователями, использующими численные методы, реализованные в современных программных комплексах. Именно учитывая эту историческую связь между первоначальными научными подходами и современными решениями, участники конференции выражают благодарность организаторам данного мероприятия – Правительству Республики Узбекистан, Академии наук Республики Узбекистан и Институту сейсмостойкости сооружений за организацию подобной конференции, которая объединила ведущих ученых в стремлении познать научные стороны проблемы динамики и сейсмостойкости сооружений и принести пользу соответствующим отраслям гражданского и промышленного строительства, играющим важную роль в экономике разных стран. Научные доклады опубликованы в объемном томе трудов конференции, избранные доклады – в Узбекском журнале «Проблемы механики» №2 и №3 2016г. до проведения заседаний, что позволило своевременно ознакомить участников конференции с трудами коллег и провести плодотворные дискуссии. Глав-

ными вопросами конференции являлись обеспечение безопасности фундаментов, подземных сооружений и надземных конструкций в условиях высокой сейсмичности, с одной стороны, а с другой – создание благоприятных и комфортных условий проживания при возникновении вибрации от промышленного оборудования и транспортных средств, включая подземные линии метрополитена и надземные линии железных дорог. Обмен передовыми достижениями разных стран позволяет координировать научные исследования между научными коллективами разных стран и помогает создавать соответствующие нормы, регламентирующие упомянутые области строительства на высоком международном уровне. Доклады и дискуссии были как на пленарных, так и на секционных заседаниях, вызвали большой интерес и явились весьма плодотворными.

Одно из достижений конференции – расширение международных, укрепление состоявшихся связей среди участников конференции и сотрудничество в рассматриваемых научных областях, что позволит определить и решать широкий спектр проблем, представляющих интерес на национальном, региональном и международном уровнях для эффективного ведения инновационных проектов, а также создания условий в целях гармоничного взаимодействия образования, науки и развития научных коллективов.

Важной задачей конференции являлось также широкое вовлечение талантливой молодежи для решения актуальных задач, представляемых современным развитием технологии, и внедрение этих результатов в практику, обеспечение возможности привлечения и активного участия в научных проектах молодых ученых, студентов магистратуры и бакалавриата.

По итогам докладов и активных дискуссий участники конференции пришли к единому мнению:

- Конференция прошла успешно на современном научно-техническом уровне, в деловой обстановке и достигла поставленных целей.
- Многие доклады отмечались своим высоким уровнем исследования и должным образом показали высокую квалификацию ученых, специалистов и научной молодежи.
- Активизировать обмен научной информацией и усилить работы по вопросам международных и региональных грантов между учеными республики и ведущих стран.
- Развивать методы лазерной интерферометрии для изучения поведения материалов и конструкций при сейсмических воздействиях, а также верификации расчетных моделей.
- Усилить работы по оценке сейсмического риска и возможных социальных и экономических последствий сильных землетрясений. Разработку и организацию эффективных мероприятий, направленных на уменьшение указанных последствий, следует проводить с применением современных методов, основанных на ГИС-технологиях.
- Особо следует обратить внимание на обеспечение сейсмической безопасности зданий индивидуальной жилой застройки из местных материалов, восстановление и развитие регионального сейсмического мониторинга и сотрудничество в области сейсмостойкого строительства. Развивать методы усиления и восстановления зданий и сооружений, в том числе с применением новых эффективных материалов.
- Регулярно проводить конференции с привлечением ведущих научных центров развитых стран. Требуются внимание в повышении квалификации и обмене опытом специалистов и молодых ученых в обеспечении сейсмостойкости и сейсмобезопасности.
- Совершенствовать существующие и создавать новые технологии и технологическое оборудование, исходя из их функционального назначения.
- Решать задачи повышения качества выпускаемой продукции.
- Разработать и интенсивно внедрять ресурсосберегающие технологии обработки и производства изделий в различных областях техники.

Организаторы уверены в том, что результаты конференции окажут содействие дальнейшему развитию фундаментальных, прикладных исследований и инновационных разработок в области сейсмостойкого строительства, механики деформируемого твердого тела, машиноведения и их применению в различных направлениях реального сектора экономики.

Участники Международной конференции с признательностью отмечают гостеприимство узбекской стороны, хорошую организацию конференции и экскурсионную программу в городе Ташкенте, а также познавательную экскурсию в исторический и культурный центр – Самарканд. Участники конференции поддерживают работу, проводимую Российским обществом по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, по созданию профессиональных стандартов в данной области и отмечают ее большую значимость для профессиональной деятельности не только в России, но и в других странах. Участники конференции отмечают, что проводимые в Республике Узбекистан научно-исследовательские работы и их приложения в строительной практике в области прочности конструкций и сейсмодинамики зданий и сооружений, выполненные на высоком научно-техническом уровне, заслуживают особого внимания. Особенно характерны результаты по проблемам сейсмодинамики подземных сооружений, сооружений, взаимодействующих с грунтом, которые вышли на мировой уровень.

В результате работы и общения в ходе конференции достигнуты договоренности о разработке и подаче заявок на финансирование совместной работы научных групп из Республики Узбекистан и ряда зару-

бежных стран. В ближайшее время планируется подача заявки на финансирование совместной работы группы акад. РАН Н.Ф. Морозова (Институт проблем машиноведения РАН), группы члена-корреспондента РАН Р.В. Гольдштейна (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН) и группы академика АН РУз Т.Р. Рашидова (Институт сейсмостойкости сооружений АН РУз). Планируется привлечение финансирования со стороны Российского фонда фундаментальных исследований и Научного фонда Узбекистана, а также рассматривается возможность совместного участия в европейских и других международных исследовательских грантах.

В развитие идей и методов по анализу взаимодействия сейсмических волн с фундаментами сооружений, разработанных академиком АН РУз Т.Р.Рашидовым, представляется исключительно важным привлечь к исследованиям по созданию демпфирующих подушек под основаниями сооружений для защиты от объемных S-волн, а также рассеивающих сейсмических барьеров для защиты от рэлеевских волн международные научные коллективы. Это позволит в кратчайшие сроки разработать и внедрить в практику сейсмозащиты систему комплексной сейсмической защиты критически важных объектов инфраструктуры (электростанции, опоры мостов, взлетные полосы аэродромов, другие объекты государственного значения).

В этой связи представляется целесообразным создать на базе Института сейсмостойкости сооружений АН РУз Международный центр по сейсмическим барьерам и демпфирующим сейсмическим подушкам.

К исследованиям по этому направлению представляется целесообразным привлечь на первом этапе следующие научные организации:

- Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН (Россия, Москва, Р.В. Гольдштейн, член-корреспондент РАН)
- Институт проблем машиноведения РАН (Россия, Санкт-Петербург, Н.Ф. Морозов, академик РАН)
- INSA de Lyon (France, Lyon, Djeran-Maigre I.)
- Keele University (UK, Keele, Kaplunov Yu.)
- Middle East Technical University (Turkey, Ankara, Bratov V.)

В дальнейшем в проекте предполагается участие и других заинтересованных научных и проектных организаций.

Руководителем работ по этому направлению рекомендован академик АН РУз Т.Р. Рашидов.

Участники конференции пожелали процветание республике и успехов в научной работе Институту сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан.

*Сопредседатели конференции:
академик АН РУз, д.т.н. Т.Р. Рашидов
директор ИСС АН РУз, д.ф.-м.н. Р.А. Абиров*

МЕХАНИКЛАР УЧБУРЧАГИ

*Тарихий хотирасиз келажак йўқ
Ислоҳ Каримов*

Давлатимиз раҳбарининг “Фанлар академияси фаолияти, илмий-тадқиқот ишларини ташкил этиш, бошқариш ва молиялаштиришни янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 18 февралда эълон қилинган қарорини мамлакатимиз зиёлилари катта мамнуният билан кутиб олди. Чунки унда зиёлиларнинг айна дилидаги масалалар камраб олинган. Жумладан, қарорда таъкидланганидек “Мамлакатимиз илм-фани, илмий салоҳияти, фан ва техника ютуқларини оммалаштириш ва тарғиб қилиш” Фанлар академияси фаолиятининг муҳим йўналиши қилиб белгилаб қўйилиши эътиборга молик. Шу маънода, устоз олимларнинг илмий меросини ўрганиш ва ёш олимларга ибрат мактаби қилиб кўрсатиш хайрли ҳамда савоб ишдир. Қуйида механика фанининг ривожига улкан ҳисса қўшган “механиклар учлиги” ҳақида қисқача фикр юритмоқчимиз.

Маълумки, механика энг қадимий ва навқирон фандир. Механика – ҳаракат ҳақидаги фан. Ҳаракат – борлиқнинг мавжудлик унсури. Ҳаракат – ҳаёт демак! Ҳаёт авлодлар алмашинуви жараёнида яшариб, янги-ланиб бораверади. Ҳаёт бардавомдир, демак механика ҳам!

Ўзбекистонда замонавий механика фанининг ташкил топиши, янги йўналишларнинг вужудга келиши, юздан ортиқ фан номзодлари, докторлари, академикларнинг ижод қилишига ва ишлашига асос бўлиб хизмат қилган омил – «Механиклар учбурчаги»дир. Бу учбурчакнинг бир томони – Алексей Антонович Ильющин, иккинчи томони – Ҳалил Аҳмедович Раҳматулин (аслида Раҳматуллаев), учинчи томони эса – Муҳаммад Тошевич Ўрозбоевдир. Бугунги ўзбек механикасининг ривожига уларнинг ҳар бирининг ўз ўрни бор. Бу буюк «учбурчак»сиз ўзбек механикасини тасаввур қилиш қийин.

Шу уч аллома 1931-34 йилларда Москва давлат университети механика-математика факультетида бирга ўқишган ва умрининг охиригача дўст бўлиб қолишган. Ушбу дўстликнинг негизида механика ғоялари

ётар эди. Талабалик давридаги бу дўстлик кейинчалик илмий ҳамкорликка айланди ва дунёга механиканинг янги-янги назарияларини берди, техниканинг янги такомиллашган авлодининг вужудга келишига сабаб бўлди.

А.А.Ильошиннинг механика фанига киритган янгиликлари:

- чексиз кичик эластик-пластик деформация назарияси;
- эластиклик назарияси;
- эластик-пластик жараёнлар назарияси;
- ёпишқоқ пластик оқим назарияси;
- иккинчи жаҳон урушида «снаряд етишмовчилиги» муаммосини ҳал қилди (1941 йил ноябрь-декабрь);
- ракета-космик техниканинг мустаҳкамлигини таъминлашда ўз ғоялари билан фаол қатнашди (водород бомбаси, ернинг биринчи сунъий йўлдоши)[1].

А.А.Ильошин яқиндан ҳамкорлик қилиб келаётган Дзержинский номидаги ҳарбий-инженерлик Академияси 1941-43 йилларда ўз фаолиятини Самарқанд шаҳрида давом қилдирди. Худди шу йилларда у Тошкентга, Самарқандга келиб-кечиб «снаряд етишмовчилиги»ни ҳал қилиш учун мутахассислар билан суҳбатлашди, ўз ҳисоб-китобларини амалга оширди.

А.А.Ильошин урушдан кейинги йилларда динамиканинг амалий муаммолари билан фаол шуғилланди. У 1969 йилнинг баҳорида ТошДУ (ҳозирги Ўзбекистон МУ) механика-математика факультети 4-босқич талабаларига «Ёпишқоқ эластиклик назарияси» бўйича маъруза ўқишга келади. Маъруза ўқиш билан бирга, айти пайтда Ўзбекистоннинг давлат ва партия раҳбарлари, ФАнинг масъул ходимлари, Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, Ҳисоблаш марказли Кибернетика институти илмий ходимлари билан учрашувлар ўтказиб, фаннинг истиқболли йўналишлари бўйича режалар тузади. Айтик, 1966 йилги Тошкент зилзиласидан кейин иншоотларнинг сейсмик мустаҳкамлиги муаммоси билан жиддий шуғилланди. ЎЗР ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти олимларига муаммони ҳал қилиш учун семинар ташкил этди.

У кучли зилзила пайтида қўмилган трубопроводдаги жараёнларни тадқиқ қилди. Ильошин шогирди Т.Рашидов билан шундай назария ишлаб чиқдики, бу гидродинамик турғунлик назарияси ҳозирги кунда ерости иншоотлари ва конструкциялари мураккаб тизимининг сейсмодинамик ҳисоб-китобларининг асосини ташкил қилади. Шундан кейин механика фанида «Ерости иншоотларининг сейсмодинамикаси» тушунчаси муомиллага киритилди. А.А.Ильошин ва Т.Рашидов сейсмодинамик ҳисобларни моделлаштириш услубини яратдилар.

Ўтган асрнинг 70-йилларида А.А.Ильошин раҳбарлиги остида Ўзбекистон ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтида олимнинг шогирдлари томонидан синов машинаси яратилди. Унинг ёрдамида автоматик тарзда конструкция ва иншоотлар ҳар бир элементининг ишлаш тарзини ёзиб олиш имконияти пайдо бўлди. Бу эса конструкция ва иншоотларнинг сейсмик мустаҳкамлигини аниқлашда, Ильошин ишлаб чиққан СН-ЭВМ тизимининг экспериментал тасдиғидир.

Ўзбекистонда туташ муҳитлар механикаси вазифаларини дастурлаштириш ва алгоритмлаштиришга Ильошиннинг шогирдлари – ЎЗР ФА академиклари В.Қобулов ҳамда Т.Бўриевлар асос солдилар. Ильошиннинг «чексиз кичик эластик-пластик деформация назарияси» ва эластик услуб ечимлари Ўзбекистонда деформацияланувчи қаттиқ жисмлар механикасида алгоритмлаштириш муаммосини ҳал этишда кенг ва самарали қўлланилмоқда. Бугун олимнинг ғояларини Т.Юлдашев, Ш.Назирова, К.Ш.Бобомуратов, Ф.Бадалов каби ўзбек олимлари самарали давом эттирдилар. Бугунги кунда алгоритмлаштириш ва АСУсиз ҳаётимизни тасаввур қилиб бўлмайди [2].

А.А.Ильошиннинг механика фанига қўшган хизматлари илмий жамоатчилик томонидан юксак эътироф этилган:

- у собиқ иттифок ФА муҳбир аъзоси қилиб сайланган (1943й.);
- Россия Артиллерия фанлари Академиясининг академигидир (1947й.);
- I-даражали Сталин (Давлат) мукофотиغا сазовор бўлган (1947й.);
- I-даражали М.В.Ломоносов мукофотини олган (1995й.);
- тирикчилигида МДУ нинг «Олтин хурмат тахтаси»га киритилган (1995й.) [1].

«Механикалар учбурчаги»нинг яна бир йирик вакили – ўзбек ўғлини Ҳалил Аҳмедович Рахматулин-дир. У ўқишни тамомлагач, Москвада қолиб илмий-педагогик фаолият билан шуғилланди ва дунёга машҳур механик-олим бўлиб етишди. Унинг механика фанига киритган янгиликлари:

- парашют назариясини яратди ва уни синашнинг «Рахматулин пушқаси»ни ихтиро қилди;
- «қўндаланг зарба назарияси»ни ишлаб чиқди ва уни муҳофаа азростатларида қўллади;
- биринчи бўлиб юксизланиш тўлқинларини – «Рахматулин тўлқинлари»ни кашф этди;
- ўзаро киришувчи қўпфазали муҳитлар ҳаракати назариясига асос солди;
- дунёда энг ноёб адиабатик қисилга асосланган газодинамик труба кашф қилди;
- ракета-космик техникани (РКТ) такомиллаштиришда С.П.Королев ва Кельдиш билан ҳамкорликда фаол қатнашди ва Кремлда дўппи кийган ўзбек ўғлини Марказком қотиби Н.С.Хрущёвни ҳайратга солди [3].

А.А.Ильющиннинг ҳамфикр дўсти Ҳ.А.Рахматулин 1956 йилда ўзаро киришувчан кўпфазаги муҳитлар ҳақидаги ишларини эълон қилгандан кейин Ўзбекистонда кўпфазаги муҳитлар гидродинамикаси бўйича тадқиқотлар бошланди. 1960-йиллардаёқ ЎЗР ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтида Ж.Ф.Файзуллаев бошчилигида гидродинамика лабораторияси тузилган ҳамда қувурларда кўпфазаги оқимлар гидродинамикаси бўйича тадқиқотлар олиб борилган. Қувурлар қаршилиги аниқланиб, ўзаро таъсир коэффициентлари ва дискрет фазаларнинг шартли қовушқоқлигини аниқлаш услуби топилган. Кенгайдиган қувурларда сикилмайдиган идеал икки фазали муҳитларнинг сокин ҳаракатининг чизиксиз масалалари, ярим чексиз қувурда икки, уч фазали қовушқоқ сикилмайдиган муҳитларнинг сокинлашадиган ҳаракати масалалари, кўпфазаги оқимнинг чекли қувурдаги ҳаракати масалалари ҳал қилинган. Аралашма фазалари тезлиги, босимининг ўзгариши ЭҲМ ёрдамида ҳисобланиб, бу ўзгаришларнинг қонуниятлари аниқланган.

Бу йилларда Ҳ.А.Рахматулин раҳбарлигида кўпфазачиларнинг Ўзбекистонда йирик мактаби шаклланди. Ж.Ф.Файзуллаев, О.И.Умаров, Қ.Ш.Латипов, А.О.Шокиров, А.А.Ҳамидов, Қ.Наврўзов, Ў.Ҳ.Мамбетов, К.В.Муқук, В.А.Мусабаев, С.Жўрабеков, Ш.Аҳмедов, Ш.Шоҳамидов, М.Шоюсупов, А.Абдурахимов, А.Толамов ва бошқалар устоз ғояларини муваффақият билан ривожлантирдилар.

«Тугаш муҳитларда тўлқин тарқалиши» соҳасида Ш.Маматқулов, Ё.Соатов, Т.Ортиқов ва бошқалар самарали изландилар [4].

Ҳ.А.Рахматулиннинг фанимиз олдидаги хизматлари давлатимиз ва илмий жамоатчилик томонидан юқори баҳоланган:

- «зарба назарияси» учун М.В.Ломоносов мукофотига сазовор бўлган (1945 й.);
- ЎЗР ФА академиги қилиб сайланган (1947 й.);
- собиқ иттифок Давлат мукофотини икки марта олган (1949 й., 1974 й.);
- Ўзбекистонда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби унвонига сазовор бўлган (1959 й.);
- РСФСРда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби унвонини олган (1967 й.);
- Ўзбекистоннинг Беруний номидаги давлат мукофотига сазовор бўлган (1968 й.);
- собиқ иттифокнинг Меҳнат қаҳрамони унвони берилган (1979 й.) [4].

«Механикалар ўқурчаги»нинг яна бир вакили Муҳаммад Тошевич Ўрозбоевдир. Унинг номини четлаб ўтиб Ўзбекистонда механика фанининг равнақи ҳақида гап бўлиши мумкин эмас. М.Т.Ўрозбоевни замонавий ўзбек механикаларининг отаси дейишди. Чунки у 1947 йилда қурилиш механикаси бўйича докторлик диссертациясини ҳимоя қилиб, профессор унвонига эга бўлди. Шу йили ЎЗР ФА Иншоотлар мустаҳкамлиги институтини ташкил қилиб, унинг биринчи директори бўлди. Ушбу институт қисқа вақт ичида республиканинг илмий марказига айланди ва халқ хўжалигининг долзарб вазифалари бўйича истиқболли лойиҳаларни ишлаб чиқди.

М.Т.Ўрозбоевнинг механика фани равнақи учун қилган хизматлари:

- Ўзбекистонда механика фанининг таниқли ташкилотчиси;
- Ўзбекистонда янги замонавий механика йўналишларининг асосчиси;
- сейсмик мустаҳкамликнинг динамик назарияси асосчиси (К.С.Завриев ва А.Г.Назаров билан биргаликда);
- Мамлакатимиз учун илмий-техник кадрлар тайёрлашнинг ҳомийси;
- Ўзбекистонда академик-механикалар сулоласини тарбиялаб етиштирган валийтарош аллома [5].

Бугунги кунда Ўзбекистонда қурилиш механикаси соҳасини, машинасозлик назариясини, эластиклик назариясини, гидротехника соҳасини олимнинг тадқиқотларисиз тасаввур қилиш қийин. Унинг бошлаган ишларини шогирдлари – Т.Р.Рашидов, В.Қ.Қобулов, Т.Бўриев, Ж.Ф.Файзуллаев, Ҳ.Усмонхўжаев, А.Глушенко, В.Т.Расказовский, У.Ш.Шамсиев, Р.Х.Муҳитдинова, Т.Ш.Ширинкулов, Г.Х.Хожметов, С.С.Негматов ва бошқалар самарали давом қилдирдилар. Олимнинг бевосита раҳбарлиги остида Ўзбекистоннинг янги замонавий инженер-техник кадрлари етишиб чиқди ва бугунги техник тараққиётнинг ҳал қилувчи кучига айланди [6].

М.Т.Ўрозбоевнинг фанимиз равнақи учун қилган хизматлари ҳукуматимиз ва илмий жамоатчилик томонидан муносиб баҳоланган:

- ЎЗР ФА академиги қилиб сайланган (1956 й.);
- собиқ иттифок Архитектура ва қурилиш Академиясининг академиги бўлган (1957 й.);
- Ўзбекистонда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби унвонига сазовор бўлган (1960 й.);
- назарий механика бўйича илк бор ўзбек тилида ёзилган икки жилдлик дарслиги учун Давлат мукофотига сазовор бўлган (1952 й.);
- Ўзбекистоннинг Беруний номидаги давлат мукофотига сазовор бўлган (1967 й.);
- илмий-педагогик ва илмий ишлари учун «Меҳнат қизил байроқ», «Ҳурмат белгиси» ва собиқ иттифокнинг энг юқори даражали орденлари билан тақдирланган [5].

«Механикалар ўқурчаги» – А.А.Ильющин, Ҳ.А.Рахматулин ва М.Т.Ўрозбоев дўстлиги туфайли Ўзбекистонда стерженлар, ҳажмий жисмлар, плиталар ва қобикларнинг эластик-пластик тебранишлари назарияси ФАнинг бир қатор институтларида ривожланди. Мураккаб эластик-пластик характеристикали

кўпчилик конструкциялар кўп маротабали такрорий юкланишлар эътиборга олиниб ЭҲМда ҳисобланган, тежамкор алгоритмлар яратилган ва синовдан ўтказилган.

Курилиш механикаси ва деформацияланувчи қаттиқ жисмлар механикаси вазифаларини ҳал этишга қаратилган алгоритмлар тизими яратилди. Фан ва техниканинг жадал ривожланиши деформацияланувчи қаттиқ жисмлар механикасининг энг мураккаб вазифаларини алгоритмлаштиришни ва ечишни талаб этмоқда. Ҳисоблаш техникаси, ўлчаш ва қайд қилиш аппаратларининг ҳозирги даражаси ишончли назарий натижаларни олиш имконини беради. Бу эса шу соҳада илмий-тадқиқотларни янада ривожлантиришга хизмат қилади.

Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, Ўзбекистонда фаолият олиб бораётган механик олимларининг шаклланишида А.А.Ильюшин, Х.А.Рахматулин ва М.Т.Ўрозбоевларнинг хизматлари беқиёс, уларнинг илгари сурган ғоялари шогирдлари фаолиятида бардавомдир. Илгари сурган ғоялари олиму фозилларни баҳсга чорласа, фаннинг ривожига сабабчи бўлса, приовардида жамиятнинг фаровонлигига хизмат қилса, бундай олимлар мангуликка дахлдор олимлардир.

АДАБИЁТЛАР

- [1] А.А.Ильюшин – выдающийся механик современности. М.: МАМИ, 2013. С.23.
- [2] “Механика муаммолари” Ўзбекистон журналы, № 1, 2016. 111 – 116 бетлар.
- [3] Халил Ахмедович Рахматулин. Ташкент: Фан, 1979. С. 5 – 15.
- [4] Академик Халил Ахмедович Рахматулин. Хотиралар. ЎЗР ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, 1999.
- [5] Магомед Ташевич Уразбаев. Воспоминания. Ташкент: Фан, 1986.
- [6] Кабулов В.К. М.Т.Уразбаев и механика в Узбекистане. Ташкент: Фан, 1992. С. 8 – 61.

Т. Рашидов, ЎЗР ФА Иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, академик

М.Р. Сафарбоев, доцент

АКАДЕМИКУ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ УЛЬМАСУ ДЖУРАЕВИЧУ МАМАДЖАНОВУ – 90 ЛЕТ



Ульмас Мамаджанов родился 4 декабря 1926 г. в Коканде. После окончания школы-семилетки поступил на учебу в Кокандский нефтяной техникум. После его окончания – с 1944 по 1945 г. работа на нефтепромыслах Ферганской долины, которая была очень жесткой и ответственной, не хватало оборудования и инструментов, многое приходилось создавать самим, проявлять изобретательность. В октябре 1945 г. направлен на учебу в Московский нефтяной институт им. Губкина. Учился успешно, имея до этого 10-летний опыт производственной работы. После окончания института направлен во Всесоюзный институт бурения нефтяных скважин (ВНИИБТ). Работать в столь авторитетном научном учреждении было интересно, помогал опыт, накопленный на производстве. Выполнял несколько

актуальных работ для производства: разработал и внедрил принципиально новый прибор определения фильтрации буровых растворов в гидродинамических условиях и удостоен четырех авторских свидетельств бывшего СССР. Расшифровал «ноу-хау» важного технологического процесса, созданного в США и относящегося к способу освобождения прихваченных труб в скважине, и внедрил его в Краснодарском крае. Совместно с сотрудниками лаборатории ультразвуковых технологий разработал и апробировал в полупромышленных условиях принципиально новый электрогидравлический способ освобождения прихваченных в скважине буровых труб, который был запатентован. Впоследствии с целью широкого использования этого способа на производстве в городе Николаеве в СКБ стали выпускать специализированное оборудование.

С открытием множества газовых месторождений в различных частях бывшего СССР появилась необходимость в обеспечении герметичности газовых скважин. Решить эту проблему поручили ВНИИБТ. Созданным для этого сектором заколонных и межколонных перетоков газа под руководством У.Д. Мамаджанова был разработан целый комплекс мер по предотвращению перетоков газа в скважинах, в том числе двухступенчатый способ цементирования скважин с выдержкой во времени второй ступени, позволяющий исключить влияние на газовый горизонт большого давления второй ступени закачанного цементного раствора.

В июне 1959 г. по приглашению АН Узбекистана переехал в город Ташкент и был назначен заведующим отделом бурения скважин в Институте ИГИРНИГМ. Дело в том, что в эти годы на территории Узбекистана и Туркменистана стали открываться многочисленные газовые месторождения. Участились аварийные ситуации на скважинах. Для решения предстоящих задач становления и развития нефтегазовой промышленности республики не хватало опытных кадров, контролирующих и решающих сложные проблемы проводки разведочных скважин.

Под началом Ульмаса Джураевича в течение пяти лет в ИГИРНИГМе был выполнен ряд плодотворных работ, связанных с проблемами бурения разведочных скважин. Здесь продолжались экспериментальные работы по предотвращению газовых перетоков и обеспечению герметичности газовых скважин. Изучались массообменные процессы, протекающие в стволе скважины. Была издана монография У.Д. Мамаджанова под названием «Фильтрация буровых и цементных растворов». Отдел был оснащен необходимыми станками и оборудованием благодаря непосредственной материально-технической поддержке Министерства геологии и в лице министра Х.Т. Туляганова. Была проведена лабораторная и промышленная проверка с последующим масштабным внедрением химического реагента К-4, за что в числе авторов этой работы У.Д. Мамаджанов был удостоен Государственной премии Узбекистана им. Абу Райхана Беруни. В период работы в ИГИРНИГМе У.Д. Мамаджанов прошел конкурс на почетное звание «Заслуженный изобретатель Узбекистана».

В апреле 1965 г. его назначают директором Среднеазиатского научно-исследовательского института природного газа Мингазпрома СССР. Как первый директор Средазниигаза У.Д. Мамаджанов в течение 1965 – 1984 гг. проделал огромную организационную и научно-исследовательскую работу. За короткий период построены хорошо оснащенные административно-лабораторные здания и опытные базы, механические мастерские, налажен выпуск опытного промышленного технологического оборудования и внедрение выполненных разработок и изобретений. Своими предложениями, подтвержденными разработками, а также множеством изобретений возглавляемый им институт обеспечивал прогрессивное развитие газовой промышленности не только в Средней Азии. За ускоренный пуск крупных месторождений газа за счет поднятия скоростей бурения скважин У.Д. Мамаджанов был удостоен высоких правительственных наград.

Предложенный У.Д. Мамаджановым метод совмещения разведки и разработки месторождений газа нашел широкое применение, обеспечивая развитие всего Газпрома.

Особую гордость составляет совместное с учениками открытие «Электрохимическая активация веществ», давшее развитие многочисленных направлений исследований и сотен новых изобретений в различных отраслях промышленности, медицине, пищевой индустрии, сельском хозяйстве, бурении скважин, опреснении и обеззараживании воды, нефте- и газопереработке и многих других направлений производства, применяемых и признанных сегодня во многих странах мира.

В 1969 году Ульмасу Джураевичу присвоена ученая степень доктора технических наук за комплексное исследование массообменных процессов в бурящихся скважинах и создание ряда ценных приборов и технологий для бурения скважин. За активную педагогическую деятельность и за подготовку научных кадров присвоено звание профессора. В 1991 г. избран членом-корреспондентом Инженерной академии бывшего СССР, а в 1993 г. – академиком Международной инженерной академии. Является автором более 200 патентов на изобретения, в том числе свыше 50 – зарубежных. Под его руководством подготовлены 1 доктор и 17 кандидатов наук. У.Д. Мамаджанов – автор более 200 научных статей, десяти научных обзоров и пяти монографий.

У.Д. Мамаджанов всегда выступал за широкий охват научных работ, демонстрировал умение работать одновременно в нескольких прикладных направлениях на уровне изобретений. Кроме своей специальности, он работал также в области химии, электрохимии, металлургии, сельского хозяйства, экологии, мелиорации. Являлся наставником для многих молодых специалистов, избравших науку как основной вид своей профессиональной деятельности. В течение многих лет читал лекции для будущих инженеров в ТашГТУ, Экономическом университете. Долгое время являлся членом Советов по присуждению ученых степеней и званий во ВНИИБТ (Москва), АзГНА (Баку), Институте механики и сейсмостойкости сооружений АН Республики Узбекистан. Был членом редколлегий журналов «Газовая промышленность», «Известия АН Республики Узбекистан», «Узбекский журнал нефти и газа»

Редколлегия журнала «Проблемы механики» поздравляет Ульмаса Джураевича Мамаджанова с юбилеем, желает ему здоровья, семейного счастья и больших творческих успехов.

Редколлегия журнала

ПРОФЕССОРУ РУСТАМУ ИСАЕВИЧУ БАЙМЕТОВУ – 80 ЛЕТ



30 апреля 2016 г. исполнилось 80 лет известному ученому в области механизации сельского хозяйства, учителю и наставнику подрастающего поколения, доктору технических наук, профессору, Заслуженному механизатору Республики Узбекистан Рустаму Исаевичу Байметову.

В 1954 г. после окончания с золотой медалью средней школы Рустам Исаевич поступил в Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (ныне – Институт ирригации и мелиорации), после успешного окончания которого в 1959 г. был направлен на работу в Среднеазиатский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства – САИМЭ (ныне – КХМЭИ).

Трудовую деятельность начал старшим научным сотрудником в лаборатории почвообрабатывающих и посевных машин, где работал до 1962 г.

В 1962 – 1965 гг. проходит учебу в аспирантуре Среднеазиатского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства – САИМЭ и в 1969 г. успешно защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

После окончания аспирантуры в 1966 – 1975 гг. Р.И.Байметов работает руководителем лаборатории «Механизации допосевной обработки почвы».

Совместно с Г.М. Рудаковым и В.А. Сергиенко внес большой вклад в совершенствование конструкции, постановку на серийное производство и внедрение в сельскохозяйственное производство двухъярусного плуга ПЯ-3-35. Результаты применения двухъярусной пахоты в борьбе с сорняками свидетельствуют о снижении отрастания сорняков в 2 – 3 раза по сравнению обычной пахотой, что обеспечивает повышение урожайности хлопчатника на 2 – 3 ц. Плуг нашел широкое признание и до настоящего времени пользуется большим спросом. По параметрам плуга ПЯ-3-35 на Украине («Одесса почвомаш») разработаны аналогичные двухъярусные плуги и освоено их серийное производство. Под его руководством в лаборатории были разработаны новые конструкции предпосевных почвообрабатывающих машин-орудий.

В 1975 – 1978 гг. – служебная командировка в Йеменскую Арабскую Республику по оказанию специалистам этой страны помощи в освоении новой отечественной сельскохозяйственной техники. В 1979 – 1991 гг. – руководитель лаборатории в Среднеазиатском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства отдела «Механизации допосевной обработки почвы». В эти годы под его руководством проводятся научно-исследовательские работы по созданию ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин. Результаты этих исследований были воплощены при разработке высокоэффективного комплекса машин для предпосевной обработки почвы, включающего пять наименований перспективных машин-орудий: КФГ-3.6, ЧК-3.0, ЧКУ-4А, АБН-8.5 и ОПУ-2.2. Результаты научных изысканий Р.И. Байметова легли в основу докторской диссертации, успешно защищенной им в ВИМе (г.Москва) в 1990 г. В 1991 г. ему присваивается ученое звание профессора.

С 1991 по 2010 гг. Р.И.Байметов работает заместителем директора КХМЭИ по научной работе. Удостоен высоких правительственных наград.

Большая ответственность за аграрную науку, проявленная им в период становления независимости Узбекистана в сочетании со способностью объективно оценить реальную ситуацию и перспективу, позволили без существенных потрясений реформировать научную деятельность института.

Курируя науку, Р.И. Байметов приложил много усилий на разработку Программ научно-исследовательских работ института, направленных на проведение прикладных исследований по созданию отечественных сельскохозяйственных машин к энергонасыщенным тракторам, наиболее полно отвечающих почвенно-климатическим условиям республики, а также по созданию средств малой механизации для фермерских и дехканских хозяйств к универсально-пропашным тракторам малой мощности.

На основе проведенных в институте под руководством Р.И.Байметова научно-исследовательских работ и по результатам приемочных испытаний рекомендованы в серийное производство: рыхлитель-выравниватель навесной РВН-3/8,5, агрегат бороновальный АБН-8,5, двухъярусные плуги ПДО-4-45, ПД-4-45, плуг общего назначения О'Р-4/5-40 и глубокорыхлитель ГРП-3/5, агрегируемые с энергонасыщенными тракторами класса 4-5, двухъярусные плуги и плуги общего назначения МР-2/3-45, АМР-2/3-45, МР-4А-2/3-45, О'Р-3/4-40 и ПН-3/4-35 для агрегатирования колесными и гусеничными тракторами класса 3 – 4.

С 2009 г. по настоящее время является руководителем ряда проектов, выполняемых в рамках Государственной программы.

Р.И.Байметов принимает активное участие в сотрудничестве с зарубежными странами. В составе сельскохозяйственных делегаций посетил Болгарию (1965 г.), Турцию (1985 г.), Румынию (1986 г.), Индию (1999 г.), зарубежные ведущие машиностроительные фирмы «Лемкен» «Кроне», «Амазоне», «Гримме», «Клаас» (Германия, 1995, 1997 и 1999 гг.), «Кейс» (США, 1996 г.) «ИП Консульт» (Австрия, 2002 г.) и Международную выставку сельскохозяйственной техники в Париже (Франция, 1999 г.).

Наряду с многогранной научной деятельностью Р.И.Байметов ведет большую общественную работу. Является членом Республиканской межведомственной комиссии (РМВК) по новой технике Совета механизации и химизации при МСВХ РУз, членом специализированного Совета по защите докторских диссертаций при Ташкентском институте по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог (с 2014 г.), при УзМЭИ (1992 – 2003 гг.), Казахском сельскохозяйственном институте (1993-1995 гг.), председателем ГЭК факультетов механизации сельского хозяйства и агроинженерии ТИИИМСХ (ныне – ТИМИ), Самаркандского СХИ, Гулистанского государственного университета, Каршинского ИЭИ.

Научная школа, созданная и руководимая проф. Р.И.Байметовым, смогла сплотить талантливых исследователей республики для решения важных проблем создания современных высокопроизводительных энерго- и ресурсосберегающих почвообрабатывающих машин. Под его научным руководством подготовлены 22 кандидата технических наук, 5 докторов технических наук.

Байметов Р.И. – автором свыше 350 научных трудов, опубликованных как у нас в стране, так и за рубежом и более 70 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Поздравляя Рустама Исаевича Байметова с юбилеем, научная общественность желает ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в развитии науки и плодотворной работы на благо нашей Родины.

д.т.н. К.Д. Астанакулов

АБДУРАХМАН МУИНОВИЧ МУИНОВ 80 ЁШДА

Муинов А. М. ўз умри ва куч-қувватини ёш авлод тарбиясига бахшида этган устоз мураббий техника фанлари номзоди, доцент, “Антик дунё” Халқаро илмий академиясининг академиги, доктори ва профессори.



Абдурахман Муинович Муинов 1936 йилнинг 1 март кунида таваллуд топган. 1951 йилда 7 синфни аъло баҳолар билан тугатиб, Ленинград шаҳрининг Озиқ-овқат ва механика техникумига ўқишга кирди. Техникумни битиргандан кейин Ленинград Политехника институтининг Физика – металлургия факультетига қабул қилинди. 1961 йилда институтни тамомлади ва Бухорога ишга келди.

Бухоро шаҳар саноат комбинатининг бош муҳандиси лавози-мида ишга тайинланди. Ёш мутахассис Муинов А.М. ўз билимини ишлаб чиқаришга янги замонавий технологияни жалб этишга сарфлади.

У киши бўш вақтларида Тошкент Политехника институтининг Бухородаги кечки филиалининг механика кафедрасида маърузалар ўқиди ва илмий изланишларини давом эттирди. 1964 йида Тошкент Политехника институтининг “Қуймалар машиналари ва технологияси” йўналишига сиртки аспирантурага қабул қилинди ва ўз диссертациясини Киев шаҳридаги Украина фанлар академияси қошидаги “Қуймалар муаммолари” илмий текшириш институтининг ихтисослаштирилган илмий Кенгашида ёқлади .

Саноат комбинатидаги металл қуйиш цехи ва институт лабораториялари шароитларида металлларнинг ички тузилиши ҳамда янги усул - вакуум ёрдамида қуймалар тайёрлаш учун илмий изланишлар олиб борди. Жумладан 2 та ихтирочилик патентига эга бўлди. Биринчи патент “Способ охлаждения отливок в вакуумной форме” №01771866 От 30.10.1992. Иккинчи патент “Вакуумная форма” №1716772.

Муинов А. М. 170 дан ортиқ илмий ишларнинг муаллифидир, шу қаторда монографиялар ва илмий мақолалардир. Муинов А. М. институт талабалари учун 15 дан ортиқ ўқув-услубий дарсликларни ёзган.

1970 йилда Муинов А. М. Киев шаҳридаги Украина Фанлар академиясининг қошидаги “Қуймалар муаммолари” илмий текшириш институтининг Ихтисослашган илмий кенгашида ўз диссертациясини муваффақиятли ёқлади.

Муинов А. М. бошчилигида Бухородаги қуёв цехларида янги замонавий вакуум ёрдамида қуйма тайёрлаш ускуналари ишга туширилди. 1972 йилдан бошлаб ҳозирги Бухоро муҳандислик-техника ва юқори технологиялар институтида доцент ва кафедра профессори лавозимларида ва шу билан бирга, 1996 йилдан Ўзбекистон Фанлар академияси Бухоро минтақавий илмий маркази директори ўринбосари лавозимида ишлаб келмоқда. Муинов А. М. кўпгина Халқаро ва Республика илмий анжуманларнинг катнашчисидир. Бирлашган Миллатлар Ташкилоти томонидан ташкил қилинган ва Минск шаҳрида ўтган “Эколит–93” илмий Конгресси, Харьков шаҳрида бўлиб ўтган XXVI илмий конференцияси, Киев шаҳрида бўлиб ўтган қуймакорларнинг Биринчи Симпозиуми, Ленинград шаҳрида бўлиб ўтган иккинчи бутуниттифок қуймакорлар конференцияси, Москва шаҳрида бўлиб ўтган қуймакорлар илмий конференцияси ҳамда Тошкент, Алма-Ата, Бишкек шаҳарларида бўлиб ўтган илмий анжуманларда иштирок этган.

Муинов А. М. ўзининг илмий ва педагогик маҳоратини Тошкент Техника Университети, Москва Халқлар Дўстлиги ҳамда Москва Пўлат ва қотишмалар институтида оширган.

Муинов А. М. ўзининг асосий вазифаларини бажариш билан биргаликда жамоат ишларида фаол қатнашади. У 8 йил мобайнида (1974 йилдан бошлаб) Бухоро вилоят илмий-техника қўмитасининг раиси этиб сайланган. 9 йил мобайнида Ўзбекистон Фанлар академияси Бухоро минтақавий илмий марказининг қасаба уюшмаси раиси вазифасини бажарди. У кишининг ташаббуси билан Бухородаги Абу Али ибн Сино номидаги Саройда Бухоро вилоятида илмий-техника ривожланишига бағишланган махсус Марказ ташкил этилди.

Муинов А. М. жамоат ишларини яхши бажарганлиги учун 10 дона Ўзбекистон Фан ва Техника қўмитаси, Маънавият ва маърифат Республика Уюшмаси ва бошқа идораларнинг Фахрий Ёрлиқлари билан тақдирланган. Муинов А. М. оилали, уч фарзанд, етти набира ва икки абираларнинг тарбиячиси. Болалари халқ хўжаликнинг турли соҳалари муҳандислик вазифаларини бажармоқдалар. Муинов А. М. ўзининг улуг 80 ёшига қарамай ўз вазифаларини яхши бажариб келмоқда, ўз ҳамкасблари ва ўртоқлари орасида катта обрў эътиборга эга.

Физика-математика фанлари доктори, профессор Д. Р. Джураев

БАХРОМ ҒОФУРОВИЧ ҚОДИРОВ 77 ЁШДА

Баҳром Ғофурович Қодиров – 1940 йил 12 октябрда Қўқон шаҳрида хизматчилар оиласида туғилган. Отаси – Ғофуржон Қодиров, олий маълумотли, Қўқон шаҳридаги 6–сон ўрта мактабда ўқув бўлимининг мудири, она тили ва адабиёти ўқитувчиси бўлиб ишлаган. Иккинчи жаҳон уруши қатнашчиси.

Онаси – Раҳимахон Иноятова ҳам Қўқон шаҳрида 5–сон ўрта мактабда ўқитувчи бўлиб ишлаган.

Баҳром Қодиров 1947-1957 йилларда Қўқондаги Амин Умарий номидаги 3 – сон ўрта мактабда ўқиган. 1957 йили Тошкент тўқимачилик институтига ўқишга кириб, 1962 йилда уни “Пахтани дастлабки ишлаш” технологияси бўйича тугатиб, “муҳандис-технолог” мутахассислигини олди.

1962 – 1963 йилларда йўлланма билан Термиз пахта тозалаш заводида смена бошлиғи бўлиб ишлаган. 1963 йилда Қарши пахта тозалаш заводида Бош муҳандис лавозимига тайинланган. Ёш қобилиятли, ташаббускор - Баҳром Қодиров тезда раҳбарлар назарига тушди. 1965 йилда Қашқадарё вилоят комсомол-ёшлар қўмитаси котиби лавозимига сайланди. 1967 йилда илмий иш қилиш мақсадида аспирантурага киради. 1970 йилдан Тошкент тўқимачилик ва енгил саноати институтининг “Пахтани дастлабки ишлаш” кафедрасида ассистент, катта ўқитувчи, доцент лавозимларида ишлади. 1972 йилда техника фанлари номзоди илмий даражасига, 1975 йилда эса, доцент илмий унвонига сазовор бўлди.

1975 йилда Баҳром Ғофурович Қодировни институт партия ташкилоти котиби лавозимига сайлашди.

1980 йил апрель ойида, Ўзбекистон Компартияси ва ҳукуматининг тавсиясига кўра, собиқ Иттифок Олий таълим вазирлиги буйруғи билан Баҳром Ғофурович Қодиров Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ректори лавозимига тайинланди.

Устоз, 1987 йил апрель ойидан Ўзбекистон Республикаси партия ва ҳукумати йўлланмасига биноан, Москвада Иттифок олий ва ўрта махсус таълим, вазирлигида, олий таълим бош бошқармаси бошлиғининг биринчи ўринбосари лавозимида ишлай бошлади.

1989 йил бошида, Ўзбекистонга қайтиб, Республика Халқ таълими вазирлиги олий таълим бош бошқармаси бошлиғи, 1992–1994 йилларда эса вазир ўринбосари лавозимида ишлади.

Баҳром Ғофурович Қодиров 1994 йили март ойида, Россиянинг Кострома технология институти Илмий Кенгашида техника фанлари доктори диссертациясини ёклаган, 1998 йили Олий Аттестация Комиссияси томонидан профессорлик унвонига лойиқ топилди.

1994 йилда Халқ таълими вазирининг ўринбосари лавозимида ишлаб турган Баҳром Ғофурович Қодиров Низомий номидаги Тошкент давлат педагогика институти (ҳозирда Университет)нинг ректори лавозимига тайинланди. Бу давр Республикада таълим соҳасини ислох қилиш даврига тўғри келди.

Устоз 1994–2005 йиллар, ректорлик даврида, бир қатор ташаббусли тадбирларни амалга оширди. Жумладан, Республикада илк бор “Инновацион технологиялар маркази”ни, Университетда “Магистратура таълим маркази”ни ташкил этди.

“Педагогик таълим” илмий-назарий-методик журналин ташкил қилиб, унга муҳаррирлик қилди. Университетда “Маърифат йулида” ва “Педагог” номли куп нусхали газеталар чоп этилиши янгидан тикланди.

Баҳром Ғофурович, Республика олий ўқув юртлараро илмий-методик ишларни мувофиқлаштирувчи Кенгаш “Таълим” шубҳасига раислик даврида биринчи бўлиб “Бакалаврият тўғрисидаги Низом”, “Магистратура тўғрисидаги Низом”, “Узоқ муддатли педагогик амалиёт тўғрисидаги Низом”, “Олий

педагогик таълим давлат классификатори” 140000 - ўқитувчилар тайёрлаш ва педагогик фанлар” классификаторини яратиб, олий педагогик таълимнинг 24 та бакалаврият йўналиши ва 35 та магистратура ихтисослиги давлат таълим андозалари ва намунавий ўқув режаларини яратди.

Республикада биринчи бўлиб, олий ўқув юр்தлараро масофадан туриб ўқитиш, илмий анжуманлар ўтказиш усулларини яратди ва амалда жорий этди. Университетда фан докторлари сафини ёшартириш мақсадида “Ёш фан докторлари” семинарини ташкил қилиб, уларга илмий - амалий ёрдам берди. Натижада, педагогика, тарих, психология, тил - адабиёт, химия, биология, физика фанларидан 10 нафар фан докторлари ва 20 дан ортиқ педагогика фан номзодлари тайёрланди. Шунингдек, устознинг бевосита илмий раҳбарлигида ТТЕСИда 9 нафар аспирантлар техника фанлари номзоди бўлиб етишдилар.

Устоз илмий фаолияти даврида 160 дан ортиқ илмий мақолалар чоп этди, 27 та илмий ихтиро гувоҳномасини олиб 5 та дарслик 3 та монография, 10 дан ортиқ ўқув қўлланмалар нашр эттирди. Булар, “Техника и технология первичной обработки хлопка”, “Сушка хлопка - сырца”, “Технология хлопкового лinta, целлюлозы и бумаги”, “Система непрерывного образования в республике Узбекистан”, “Кадрлар тайёрлаш тизимида педагогика фанининг ўрни”, “Комил инсон тарбиясининг педагогик асослари”, “Маънавий юксалиш сари” сингари қўлаб дарслик ва қўлланмалардир.

Умуман, устоз Республикада “Таълим тўғрисида”ги қонун ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури”ни ҳаётага жорий этишдаги фидокорона меҳнатлари билан кўпчиликнинг хурматига сазовор бўлди.

Баҳром Ғофурович Қодиров қайси лавозимда меҳнат қилишдан қатъий назар, ўзининг билимдонлиги, тўғри сўзлиги, ташкилотчилиги, инсонларга нисбатан меҳрибонлиги ва талабчанлиги билан ажралиб туради.

Баҳром Ғофурович кўп йиллик халол ва самарали илмий - педагогик фаолияти учун ҳукуматнинг катор орден - медаллари, ВДНХ олтин медали, шунингдек, Ўзбекистон Республикаси Президенти ва Қорақалпоғистон Республикаси Жуқари Кенгашининг Фахрий ёрлиқлари билан тақдирланган, 20 дан ортиқ хорижий мамлакатларда хизмат сафарларида бўлган.

Баҳром Ғофурович Қодиров юзлаб шогирдларнинг севимли устози, барча қавму - қариндошларнинг таянчи ва устуни, садоқатли дўстларнинг маслакдоши, ҳар қандай инсон билан самимий табассум, меҳр ва синчковлик билан мулоқотга кириша оладиган чин маънодаги суҳбатдош, дилкаш мураббий.

Устознинг ўғиллари Воҳиджон ва Шухратжонлар ҳам ота изидан боришди, улар Тошкент тўқимачилик ва енгил саноати институтини тугаллаб ўз касблари йўналишида ишламоқдалар. Келинлари Муаззамхон ва Зухраҳонлар ҳам олий маълумотли ўқитувчилар. Устознинг 8 та неваралари олий ўқув юр்தлари, лицейлар ва умумтаълим мактабларида таълим олмақдалар.

Оила аъзолари, дўстлари ва шогирдлари ўзининг 77 йиллик муборак ёшини нишонлаётган Баҳромжон Ғофурович Қодировга узоқ умр, сихат – саломатлик, бахт – саодат, оиласига тинчлик – тотувлик ва фаровонлик тилайдилар.

Журнал тахририяти

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ, ПРОФЕССОР ҲИКМАТИЛЛА НИГМАТОВ 70 ЁШДА



Мустақил Ўзбекистон Республикасининг фидоий олимларидан бири Ҳ.Нигматов ўзининг меҳнат фаолиятида ҳукуматимизнинг барча вилоятларидаги туман ва шаҳар аҳолисини телевидения билан таъминлаш дастурига мувофиқ 20 тадан ортиқ радиореле ва телевидения станцияларида узаткич қурилмаларини ўрнатиб ва сошлаб бериш вазибаларини бажарган, собиқ Совет Иттифоқида биринчи бўлиб реал вақтда ишлайдиган автоматлаштирилган телефон тармоқларини таъмирлаш, абонентларга автоматик равишда робот орқали жавоб бериш, таъмирлаш монтерларига реал вақтда автоматик равишда тузатиш учун нарядлар чиқариб бериб, уларни бажарилишини назорат этиш тизими Ҳ.Нигматов раҳбарлигида Тошкент шаҳрида ишга туширилган эди. Ўзини ҳар томонлама билим эгаси ва ташкилотчи эканлигини кўрсатган Ҳ.Нигматов Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасида сектор мудир ва Президент аппаратида фан, таълим ва ижтимоий масалалар бўйича маслаҳатчи бўлиб ишлаган.

Ҳ.Нигматов ЎЗР Фанлар Академиясининг “Кибернетика” Илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси (ИИЧБ) бош директори ва кибернетика институтининг директори бўлган даврда рақамли маълумотларни қайта ишлаш, ҳар хил симли ва симсиз алоқа линияларидан тузилган тизимлар ва тармоқларни ривожлантириш юзасидан Малайзия, Германия, АҚШ ва бошқа давлатлар билан ҳамкорликда илмий изланишлар олиб борган.

Ҳ.Нигматов юқори малакали кадрларни тайёрлаш бўйича ҳам фаол ишлар олиб борган. Беш йилдан ортиқ вақт ичида Ихтисослашган кенгаш раиси бўлган даврда, 29 фан докторлари ва 54 фан номзодлари

илмий даражасини олиш бўйича ҳимоялар қилинган ва барчалари Ўзбекистон Республикаси ОАК тамонидан тасдиқланган эди. Шулардан, 11 та номзодлик диссертацияларини Йемен, Сирия, Вьетнам, Исроил ва бошқа давлатлардан келган хорижий фуқоролари ҳимоя қилган эдилар.

Унинг асосий илмий педагогик фаолияти асосан “Замонавий ахборот коммуникацион технологияларининг тизим ва тармоқларини оптимал назария ва усулларини ривожлантириш”, “Кенг тарқалган телекоммуникацион тармоқларда маълумотлар пакетларини оптимал бошқариш”, “Компьютер тизими ва тармоқларида IP телефония”, “Ахборот хавфсизлиги. Телекоммуникация тармоқларида ахборотларни ҳимоялаш”, “Мобил алоқа ва сунъий йўлдошлар тизим ва қурилмалари” ва ҳар хил ахборот технологияларини яратишга қаратилган. У ахборот назариясига ўзининг катта ҳиссасини қўшди, компьютер ва алоқа тармоқлари орқали узатилаётган маълумотлар пакетининг қийматини аниқлайдиган янги усулни асослаб берди. Ҳ.Нигматов Ўзбекистон Республикасида информатика, компьютер тармоқлари, рақамли кенг полосали телекоммуникация тармоқлари ва маълумотларни оптимал узатиш илмий йўналишини асосчиларидан бири ҳисобланади. Жумладан, унинг тарқалган телекоммуникация тармоқларида ахборотларни йўналишларини бошқариш методлари, чегараланган техник воситаларини тақсимлаш, автоматлаштирилган телекоммуникация тугунларида ахборот пакетларини узатиш жадвалларини яратишни янги методологияси таклиф этилган. Бундан ташқари, симли, оптик толали, симсиз радио алоқа, космик алоқа тизими асосида тузилган телекоммуникация тармоқлари орқали ҳаракатланаётган объектларга турли маълумотларни узатиш учун мўлжалланган тармоқ яратиш методологияси ишлаб чиқилган ва таклифлар берилган. Унинг ушбу илмий асосланган усуллари амалда татбиқ этилган.

Ҳ.Нигматовнинг 200 дан ортиқ илмий мақолалари, 5 та монографияси ва 8 та ўқув қўлланма ва маъруза матнлари chop этилган. Chop этилган илмий тўпламларнинг тўқсон фоизи телекоммуникация тизими ва алоқа тармоқларини яратишга, ҳамда янги замонавий ахборот технологияларини амалда татбиқ этишга қаратилган. Қилган ҳаракатлари ва бажарган фойдали ишлари учун Ҳ.Нигматов кўплаб Фахрий ёрлиқлар, ташаккурномалар ва бошқа мукофотлар билан тақдирланган, бундан ташқари “Ҳарбий ҳаракат. Ногиронлар Фонди” медалига сазовор бўлган.

Журнал тахририяти

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ, ПРОФЕССОР МАХАМАДЖОН МИРАХМЕДОВ 70 ЁШДА



Мирахмедов Махамаджон 1970 йилда Санкт-Петербург темир йўл муҳандислари институтини темир йўл қурилиши, йўл ва йўл ҳўжалиги мутахассислиги бўйича имтиёзли диплом билан тамомлади. Тошкент темир йўл муҳандислари институтида ўз меҳнат фаолиятини 1971 йилда илмий ходим сифатида бошлади. Номзодлик диссертациясини ёқлагандан сўнг 1975 йилдан “Қурилиш ишлаб чиқариш” кафедраси ассистенти, 1977 йилдан кафедра доценти ва 1980 йилдан шу кафедра мудири лавозимларида ишлади. 1986-1989 йилларда М.Мирахмедов Саноат ва фуқаро қурилиши факультети декани лавозимида фаолият юритди. Иқтидорли, етук мутахассис сифатида 1989-2001 йиллар мобайнида Гвинея Республикасининг Конакри университетига хизмат сафарига юборилди. Чет эл хизмат сафаридан қайтгач 2002 йилдан М.Мирахмедов Тошкент темир йўл муҳандислари институти маркетинг хизмати ва академик лицей ишлари бўйича проректори лавозимига тайинланди.

М.Мирахмедов 2003 йилда докторлик диссертациясини муваффақиятли ҳимоя қилди ва унга Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси қарори билан техника фанлари доктори илмий даражаси берилди. 2004 йилда профессор илмий унвонига сазовор бўлди.

М.Мирахмедов 2004 йилдан институтнинг ўқув ишлари бўйича проректори этиб тайинланди. Ушбу лавозимда ишлаш давомида М.Мирахмедов институтда мавжуд кадрлар тайёрлаш тизимининг ижобий жиҳатларини сақлаб қолган ҳолда ўқув жараёнига илғор, замонавий педагогик технологи-яларни жорий этиш, таълим бериш сифатини ошириш ҳамда институтнинг моддий-техника, ўқув-лаборатория базаси ва илмий-педагогик салоҳиятини мустаҳкамлаш борасида ижобий ишларни амалга оширди. Бу даврда институтнинг халқаро алоқалари кенгайтирилди ва мустаҳкамланди. Хорижнинг етакчи темир йўл олий таълим муассасалари билан ҳамкорлик алоқалари йўлга қўйилди. Институт илмий-педагогик салоҳиятини мустаҳкамлаш ва профессор-ўқитувчилар таркибини ёшартириш мақсадида, институтнинг талабалари ва ёш педагоглари хорижнинг етакчи олий таълим муассасаларида ўқишларини давом этказишлари учун шароитлар яратилди.

М.Мирахмедов 2005-2009 йиллар мобайнида Тошкент архитектура-қурилиш институти ректори лавозимига тайинланди. 2010 йил феврал ойидан бошлаб яна Тошкент темир йўл муҳандислари институтида фаолият олиб бормоқда. Ҳозирда у “Био ва саноат иншоотлари қурилиши” кафедрасида профессор лавозимида ишламоқда. Институтда ўтказилаётган барча тадбирларда ва ташкилотнинг ижтимоий ҳаётида фаол қатнашиб келади.

М.Мирахмедов 3 та дарслик, 20 та ўқув қўлланма, шу жумладан 7 та француз тилида, 10 та ўзбек ва рус тилларида, 3 та монография, 100 дан ортиқ илмий мақолалар муаллифидир. “Тошкент темир йўл муҳандислари институти ахбороти”, “Архитектура. Қурилиш. Дизайн” ва “Ўзбекистон муҳандис консултантлари” журналларини таъсис этишда қатнашган.

М.Мирахмедов кўпгина нуфузли халқаро илмий анжуманлар иштирокчи-си. Жумладан у ҳар йили ўтказиладиган Польшанинг Катовица шаҳрида 2004 ва 2012-2014 йилларда, 2012 йилдан бошлаб Европа ва Осиё темир йўл уни-верситетлари симпозиумида (Олмата, Сеул, Дальян, Ньянжинг шаҳарларида), ҳар уч йилда бир маротаба бўладиган Германиянинг Веймар Баухаус университетида (2006, 2009, 2012, 2015) маърузалар билан қатнашиб келмоқда, Россиянинг Москва (МГУПС) ва Санкт-Петербург (ПГУПС) шаҳарларида 2003-2015 йй. ўтказилган халқаро илмий анжуманларда иштирок этди, ёш олимларни ушбу анжуманларда кенг қатнашишларига салмоқли хисса қўшди.

Ҳозирги кунда М.Мирахмедов темир йўл қурилиши соҳасида фаол ишлаётган олим сифатида нафақат республикада балки хорижда ҳам танилди: иккита халқаро анжуманнинг ташкилий кенгаши аъзоси, “Транспорт муаммолари” (Польша) номли нуфузли журналнинг таҳрир ҳайъати аъзоси. Унинг илмий тадқиқотлари табиий-техник тизимларда, шу жумладан темир йўлларда экзоген жараёнларнинг салбий таъсирини камайтириш масалаларига бағишланган бўлиб, жумладан, ушбу тадқиқотларда темир йўллар, автомобиль йўллари, қувурлар ва каналларни кўчки қумтошлардан муҳофаза қилишнинг техник ва ташкилий-технологик ечимлари топилган. Унинг 30 дан ортиқ мақолалари Европа, Африка мамлакатлари, Россия ва Украинанинг нуфузли журналларида чоп этилган.

Илмий фаолияти давомида устозлар илмий мактаби анъаналарини давом эттириб, ҳозирги замон темир йўл қурилишининг энг долзарб муаммолари бўйича илмий тадқиқотларни йўлга қўйиш, уларнинг савиясини юқори даражага кўтариш учун тинмай меҳнат қилиб, кўплаб иқтидорли шогирдлар етиштириб, мамлакатимизда темир йўл соҳасига ёш олимлар ва педогог кадрлар тайёрлашнинг сифатини оширишга катта ҳисса қўшиб келмоқда.

М.Мирахмедов институт жамоаси орасида ўзининг олижаноб инсоний хислатлари билан обрў қозонди. У том маънодаги ўзбек зиёлиларидан бўлиб, ўзининг юксак маданияти, намунали ахлоқи, ўзига ва бошқаларга ҳам талаб-чан ва адолатли муносабати билан ажралиб туради. 3 фарзанднинг отаси ва 9 набаиранинг бувасидир.

*ТТЙМИ ректори
Маруфжан Расулов*

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ И СООБЩЕНИЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ
В УЗБЕКСКОМ ЖУРНАЛЕ «ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ» в 2016 г.**

**Номер
журнала**

75 лет доктору технических наук, профессору Абдурахману Асимовичу Ишанходжаеву	1
Takhirov Sh., Amir Gilani, Brian Quigley, Myagkova L. Structural assessment of historic monuments in Uzbekistan by means of laser scanning and numerical simulation.....	3
Аббазов И.З., Хожиев М.Т. Пахта тозалаш корхоналаридаги чанг ушлагичларни иш самарадорлигини ошириш	4
Абдукаримов А. Кинематический анализ зубчато-рычажного дифференциального передаточного механизма с симметричным, дугообразным перемещением центров вращения ведомого и ведущего зубчатых колес относительно произвольных симметричных центров.....	4
Абдуллабеков К.Н. История развития и современное состояние сейсмопрогностических исследований в Узбекистане.....	3
Абдуллаев Р.К., Каримов А.И., Алиев Б.Т. Пневмомеханик жин ишчи органида чигитдан толаларни ажратиш жараёнини статик ҳисоби.....	2
Абдулхаев Х.Ғ. Пушталарга ишлов берувчи курилма юмшаткич панжасининг тортишга қаршилиги.....	1
Абдурахман Муинович Муинов 80 ёшда.....	4
Абиров Р.А. К учету влиянию процессов СН на прочностные характеристики конструкционных материалов... 3	3
Азизов Ш.М. Моделирование и внедрение нового типа колосников в двухцилиндровом джине.....	2
Академику Международной инженерной академии Ульмасу Джураевичу Мамаджанову – 90 лет.....	4
Алексей Антонович Ильюшин—замонамизнинг даҳо механик олими (хаёти ва ижоди ҳақида автопортрет ёхуд эссе). 1	1
Аманов Т.Ю. Вертикаль кўринишдаги сиқув машинасининг конструктив ўзгалиги ва ишлаш шароити.....	4
Ан Е.В. Анализ влияния двух- и четырехзвенной моделей взаимодействия в исследованиях динамической устойчивости подземных трубопроводов при циклическом нагружении.....	1
Ан Е.В. Подъем колодцев при сейсмическом нагружении подземных трубопроводов и меры по их недопущению 3	3
Аубакирова Б.М., Куатбаева Т.К., Кекубаев Р.С. О целесообразности освоения месторожденийнефтебитуминозных пород и отходов их переработки.....	3
Ахмедов Ш.Б., Ашрабов А.А. О передаче напряжений в трещинах железобетонных элементов.....	4
Ахмедходжаев Х.Т., Азизов Ш.М. Анализ напряженного состояния двухцилиндрного пыльного джина.....	4
Ахмедходжаев Х.Т., Каримов А., Турсунов А. Исследование движения хлопковых семян в двух в двухкамерном сортировщике под действием горизонтального воздушного потока.....	2
Ахметов А.А., Ахмедов Ш.А. Крутящий момент, необходимый для приведения в движение винтового механизма регулировки клиренса трактора.....	4
Бабаджанов С.Х., Алламов М.А. Свойства фрикционных пар ремешков, работающих на вытяжных приборах.....	2
Байманов К.И. Структура турбулентного потока с грядовым дном.....	1
Байманов Р.К. О формировании русел в бьефах низконапорных плотин на равнинных участках рек.....	1
Бакиев М.Р., Шукурова С.Э. Закономерности растекания потока, односторонне стесненного комбинированными дамбами ступенчатой застройки, за сжатым сечением (начальный участок).....	1
Балтабаев У.Н., Хусанов И.Н. Механическая модель невязкоупругой вязкоинертно деформируемой смеси и решение задачи движения ее в кольцевом пространстве.....	2
Бахадиров Г.А. Особенности винтового вала с постоянным и переменным шагом винта.....	3
Бахром Гофурович Кодиров 77 ёшда.....	4
Бегматов А. О продольных волнах в насыщенной пористой среде.....	1
Бекмирзаев Д.А. Исследование сейсмодинамики подземных трубопроводов сложной неортогональной конфигурации.....	3
Беспаев А.А., Куралов У.С., Алтигенов У.Б. Исследование прочности железобетонных конструкций, усиленных фиброармированными пластиками, при динамических нагрузках.....	3
Бондарь В.С. Термовязкопластичность. Варианты теории.....	3
Братов В.А., Морозов Н.Ф., Петров Ю.В. Разрушение горных пород при динамическом нагружении.....	3
Буриев А.Т. Нестационарные колебания деформируемого фундамента при действии упругой плоской волны..	4
Воспоминания о докторе физико-математических наук К.Ш. Бабамуратове	1
Гаибназаров Э.Э., Обидов А.А., Камолиддинов М. Чигитли пахта таркибидаги майда ва йирик заррачаларни механик таъсирда ажратишнинг назарий тадқиқи.....	2
Глаголев В.В., Фурсаев А.А. Подход к описанию деформирования композита с тонким адгезионным слоем.....	3

Гольдштейн Р.В., Ильяшенко А.В., Кузнецов С.В. Сейсмические волны Рэлея и последствия их воздействия на сооружения	2
Деформацияланувчи каттик жимс механикасида мустахамлик, пластиклик ва устуворлик муаммоларига багишланган VIII халкаро симпозиум	1
Джаббаров С.Т. Движение тонкого осесимметрического тела в полупространстве, занятом сжимаемым газом	1
Джураев А.Д., Шин И.Г., Муминов М.Р. О взаимосвязи скрытой энергии деформации и технологических остаточных напряжений в деталях машин	3
Достанова С.Х., Исаханов Е.А., Токпанова К.Е. Влияние геометрической нелинейности на напряженно-деформированное состояние тонкостенных пологих оболочек	2
Достанова С.Х., Исаханов Е.А. О научной конференции в г. Ташкенте.....	4
Достижения науки – важный фактор развития.....	4
Дун Сяомэн, Кирсанов М.Н. Аналитический расчет колебаний груза на телескопической консоли.....	2
Дюсембаев И.Н., Достанова С.Х. Расчет несущих элементов конструкций с учётом нелинейных свойств материала.....	2
Дюсембаев И.Н., Жамбакина З.М., Дюсембаев А. Расчет оснований по критическим предельным состояниям (несущей способности) по Еврокодам.....	3
Ержанов С., Лапин В. Методы генерирования искусственных акселерограмм местных землетрясений для расчета зданий и сооружений.....	2
Ерофеев В.Т., Тюряхин А.С., Смирнов И.В., Максимова И.Н. Изучение поведения каркасных композитов в условиях воздействия динамических нагрузок.....	2
Жавлиев С.С., Негматов С.С., Улмасов Т.У. Исследование и разработка вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе.....	3
Зияев К.З. Состояние вопроса оценки эффективности ездовых условий легковых автомобилей в городе.....	1
Зубчанинов В.Г., Алексеев А.А., Гультияев В.И. Расчеты процессов пластического деформирования металлов при непропорциональном нагружении по плоским криволинейным траекториям.....	3
Зулпуев А.М. Исследование несущей способности сборных железобетонных плит перекрытий, опертых по контуру многоэтажных зданий	2
Ильичев В.А., Акбиев Р.Т., Морозова Т.В. О независимой оценке квалификаций и профессиональном стандарте «специалист в области механики грунтов, геотехники и фундаментостроения»....	3
Исаков М.И., Йулдашев А.Т., Дуняшин Н.С. Анализ восстановления прокатных валков с применением упрочняющих легирующих элементов.....	2
Исаханов Е.А., Квашнин М.Я., Токпанова К.Е. Прочностные характеристики несвязных грунтов при статических и вибрационных нагружениях.....	3
Исраилов М.Ш., Мардонов Б.М., Рашидов Т. Стационарное движение системы «трубопровод - грунтовой слой» при действии сейсмических волн.....	3
Исраилов М.Ш., Носов С.Е., Абдуллаев А.М. Аналогия линейной цепочки и вывод уравнения продольных сейсмических колебаний трубопровода в вязкоупругом грунте.....	4
Ишанходжаев А.А., Саатова Н.З. Расчет грузоподъемности элементов пролетного строения в условиях солевой коррозии.....	4
Ишчанов Ж.К., Худайкулов С.И., Шерматов Ё., Якубов М.А. Математическое моделирование роста и развития сельскохозяйственных культур.....	1
К 50-летию ташкентского землетрясения.....	1
Кадиров С.М., Эргашев О.Г. Оценка долговечности деталей топливоподающей аппаратуры дизелей.....	2
Каримжанов А., Кадырова М., Хамракулова Ф. Применение предельных систем при исследовании устойчивости движения вязко-упругого цилиндра со старением.....	4
Каримов А.И., Саримсаков А.У., Рахманов А.А. Моделирование движения смеси с весовыми частицами в стационарном потоке жидкости.....	2
Касимов О.К., Ташпулатов У.Х., Акмалов Х.Ф. Силы взаимодействия колес автомобиля с дорогой при торможении.....	2
Касимова Г.Т. Учет изменения жесткости узловых соединений в процессе деформирования при расчете несущих элементов каркасных конструкций.....	2
Комментарий к Постановлению Президента Республики Узбекистан № ПП-2789 «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Академии наук, организации, управления и финансирования научно-исследовательской деятельности» от 17 февраля 2017 г.....	4
Кондращенко В.И., Кесарийский А.Г., Кондращенко Е.В., Доброславский А.В. Изучение деформирования строительных материалов методами лазерной интерферометрии.....	2
Коршунова Н.А., Кулдибаева Л.А. Оптимизация движения точки в случае предельного варианта двух неподвижных центров.....	1
Коршунова Н.А., Рузматов М.И. Аналитические решения для участков промежуточной тяги в случае некруговой ограниченной задачи трёх тел.....	2
Кулманова Н.К., Айтуаров Т.К., Касымбеков Д.А., Калитов Д.К. Математическое	

моделирование гидрогеологических процессов при закачке нефтяных отходов в выработанные газоносные пласты.....	2
Кусаинов А.А., Достанова С.Х. Собственные частоты поперечных колебаний для плит с дискретными включениями.....	2
Кусбекова М., Тасмаганбетова А. Проектирование объектов на просадочных грунтах в сейсмически опасных районах.....	2
Мавлянов А.П., Бойханов Б.А., Джураев А., Мирахмедов Д.Ю. Расчет размаха угловых колебаний колковой гарнитуры составного барабана очистителя хлопка от мелкого сора.....	1
Мамажанов Р.Р. Усталостные трещины в элементах сквозных ферм металлических железнодорожных мостов и моделирование их методами механики разрушения.....	4
Мамажанов Р.Р., Ишанходжаев А.А. Расчет ресурса элементов сквозных металлических ферм, имеющих начальные дефекты.....	3
Маматов Ж.Ы., Кожобаев Ж.Ш., Матозимов Б.С., Ордобаев Б.С. Процессы разрушения малоэтажных зданий при землетрясении и проведении эксперимента на сейсмоплатформе Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры.....	2
Мардонов Б., Саримсаков А. Хом-ашё валигини арралаи цилиндр билан ўзаро таъсир кучларини аниклаш ва моделлаштириш.....	1
Мардонов Б., Саримсаков О. «Хаво+пахта хомашёси» аралашмасини ўзгарувчан кесимга эга бўлган кувур бўйлаб ташиш жараёнини моделлаштириш.....	4
Мардонов Б.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А. Исследование процесса увлажнения волокнистой массы в вертикальной камере встречным потоком влажного воздуха.....	2
Международный научный симпозиум, посвященный 105-летней годовщине со дня рождения А.А. Ильюшина.....	1
Мирахмедов М., Абдукамилов Ш., Мамадалиев А. Особенности состава и свойств барханных песков для земляного полотна железнодорожного пути.....	3
Муродов Р.М., Сулаймонов Р., Тадаева Е. Тозалаш зонасида ҳаракатланаётган толали массадаан ажралган ифлосликлар микдорини аниклаш.....	2
Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А. Исследования движения хлопка на поверхности барабана с наклонными колками.....	2
Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А., Ф.Х. Ибрагимов, Мухаммадиев Т.Д. Прочностные расчеты набрасывающего барабана пильного джина.....	4
Мухитдинов А.А. Методика выбора передаточных чисел механической ступенчатой трансмиссии по интенсивному разгону автомобиля.....	3
Мухутдинова Р.Х., Аюбов Г.Т. Комплексное исследование статического и динамического напряженно-деформированного состояния и устойчивости грунтовой плотины как двухфазной гидроупругопластической системы с учетом переходного процесса при сейсмических воздействиях задаваемых записями акселерограмм.....	2
Назаров У.А. Детонационные волны в неоднородных газовзвесьях унитарного топлива в резко расширяющихся трубах.....	1
Нарзиев С.О., Алимухамедов Ш.П., Хикматов Ш.И. Исследование динамики трансмиссии мобильной машины с колесной формулой 4×4.....	1
Нишонов Н.А. Динамическое поведение подземных вязкоупругих трубопроводов при сейсмическом воздействии.....	1
Нишонов Ф.Х. Моделирование гидравлического удара в сложных трубопроводах.....	2
Нишонов Ф.Х. Уравнения полной энергии для смеси идеальных жидкостей.....	4
Норкузиев О.С., Джураева Н.Б., Мирзаева М., Кулдошев Д., Умарова Д. Вероятностный расчет повреждаемости волокон хлопка в процессе его сбора вертикальными шпинделями уборочного аппарата.....	1
О Международной научно-технической конференции “Инновации в области строительства транспортных сооружений: становление, проблемы, перспективы”.....	1
Обидов А., Ахмедходжаев Х.Т., Абдувахидов М. Толали чикиндилар таркибидан узун толаларни ажратиш барабани тола сифимини тадқиқ қилиш.....	2
Объявление о конференции.....	1
Объявление об издании монографии «Обеспечение сейсмической безопасности объектов частной жилой застройки Ферганской долины», академика АН РУз Т.Р. Рашидова, доцента В.А. Кондратьева, доцента С.Ж. Раззакова, старшего научного сотрудника Н. Нишанова.....	1
Профессору Рустаму Исаевичу Байметову– 80 лет.....	4
Пшеничников С.Г. Нестационарная динамическая задача для непрерывно неоднородного линейно-вязкоупругого цилиндра.....	3
Рахимов Я., Исаханов Х., Х. Абдукаххоров Х. Влияние температуры предварительной нормализации на прочность и абразивную износостойкость стали.....	2
Рашидов Т.Р. О мероприятиях по реализации Комплексной программы по дальнейшему повышению эффективности мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с землетрясениями, в том числе	

совершенствованию подготовки населения к действиям при их возникновении, утвержденной Начальником Гражданской защиты, Премьер-министром Республики Узбекистан Ш. Мирзиёевым 06 мая 2016 г.	4
Рашидов Т.Р., Исраилов М.Ш., Мардонов Б.М. Действие волны конечной продолжительности на динамику системы «трубопровод– грунт» при нелинейном законе взаимодействия трубопровода с грунтом.	1
Рашидов Т., Сафарбоев М.Р. Механика учбурчаги.	4
Рашидов Т.Р., Хожметов Г.Х., Бекмирзаев Д.А., Хусаинов Р.Б. Об одном способе упрощения задач сейсродинамики подземных сооружений.	1
Рашидов Т.Р., Юлдашев Т., Бекмирзаев Д.А. К проблеме математического моделирования задач сейсродинамики подземных трубопроводов.	3
Рашидов Т.Р., Абиров Р.А. Резолюция Международной научно-технической конференции «Прочность конструкций, сейсродинамика зданий и сооружений».	4
Ризаев Б.Ш., Хасанов Б.Б., Чулпанов О. Исследование теплофизических свойств бетонов на пористых заполнителях из кварцевых порфиров и отходов угледобычи.	1
Рутман Ю.Л., Ниджад А.Я. Упругопластическая макромодель и её применение к расчету рамных конструкций на сейсмические воздействия.	2
Сагдиев Х.С., Тешабоев З.Р., Галиаскаров В.А. Анализ воздействия Ташкентского землетрясения от 22 августа 2008 года на сооружения и их грунтовые основания по результатам инженерно-сейсмометрических станций наблюдений.	2
Сайдахмедов Р.Х., Бахадиров К.Г., Стулов А.В. Расчет параметров прокатки медной полосы.	4
Сайдахмедов Р.Х., Хамраева Г.А., Хамракулов У.Ш., Камардин А.И., Саидрахмедова Г.Р. Определение толщины функциональных покрытий, формируемых ионно-плазменным методом.	4
Серикбаев Б.С., Джуманазарова А.Т. Технология использования стоков коллекторно-дренажной сети.	2
Сидиков М.Н., Ахмедов Д.А. Комбинирование связей в системах с неидеальными условными связями.	1
Соколова М.Ю., Христич Д.В. Экспериментальная программа идентификации типа начальной упругой анизотропии материала.	3
Ставницер Л.Р., Никитаева Г.А. Экспериментальное определение демпфирующих характеристик грунтов резонансным методом.	2
Сулаймонов Р.Ш. Вращение цилиндрического тела из зернистой среды в рабочей камере линтера.	1
Султанов К.С. Законы взаимодействия в системе «грунт-сооружение».	3
Телтаев Б.Б., Айтбаев К.К. Сравнительный анализ напряженного состояния дорожной конструкции с подземным сооружением.	2
Телтаев Б.Б., Суппес Е.А. Температурный режим автомобильной дороги на юге Казахстана.	3
Техника фанлари доктори, профессор Гаибназар Хадиев Хожметов 75 ёшда.	1
Техника фанлари доктори, профессор Махаммаджон Мирахмедов 70 ёшда.	4
Техника фанлари доктори, профессор Хикматилла Нигматов 70 ёшда.	4
Техника фанлари доктори, профессор Хаётхожи Зоирович Расулов 75 ёшда.	1
Тилабов Б.К. Республика цемент саноатларидаги барабан тегирмонлари учун куйма ейилишга бардошли цилиндрлар тайёрлаш муаммоларини ечиш.	1
Тўланов И.О., Тўхтабоев М.А., Солиев Х.М. Кенг қамровли агрегатларнинг манёврчанлигини ошириш.	4
Тўхтақўзиев А., Темиров С. Ўғитларнинг ўғитийналтиргичдаги ҳаракатини тадқиқ этиш.	4
Тўхтақўзиев А., Эргашев М.М. Комбинациялашган боронанинг дискли юмшатиқчилари ҳосил қиладиган нотекислиқлар баландлигини тадқиқ этиш.	4
У камтарин инсон эди.	1
Усаров Д.М. Изгиб и колебания толстой пластины с учетом бимоментов.	3
Усаров М.К. Динамический изгиб шарнирно-опертой пластины с учетом бимоментов.	1
Хаджибаев А.М. Импульс, как фундаментальная категория физики.	3
Хаджибаев А.М. О пространстве, как физической реальности.	1
Хакимов Ш.Ш. Пахтани йирик ифлослиқлардан тозалаш жараёнида кетма-кет технологияли аррали тозалагич ва унинг кўрсаткичлари.	1
Халджигитов А.А., Юсупов Ю.С. Численное решение динамической связанной задачи термопластичности.	3
Хожиев М.Т., Гайбназаров Э. Пахтанинг табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида СХ сепараторини такомиллаштириш.	4
Хожметов Г.Х., Ювмитов А.С. Исследование динамических характеристик смежных зданий, соединенных демпфером с учетом колебания фундамента сопровождающегося одновременно поворотом, сдвигом и вертикальным перемещением.	3
Хожметов Г.Х., Ювмитов А.С. Сейсмические колебания смежных зданий, соединенных демпфером с учетом свойств взаимодействия фундамента с грунтом по наследственной теории вязкоупругости.	2

Холияров Э.Ч., Хайдаров О.Ш. Идентификация коэффициентов пьезопроводности и времени релаксации градиента давления на основе решения обратных задач.....	2
Хомяков В.А., Бесимбаев Е.Т. Сейсмическая безопасность зданий и сооружений, расположенных на горных склонах заилийского Алатау Казахстан.....	3
Хохлов А.В. Анализ зависимости теоретических кривых нелинейного определяющего соотношения для стареющих вязкоупругопластичных материалов от материальных параметров и учёт влияния температуры...	3
Хужаёров Б.Х., Джиянов Т.О. Аномальный перенос вещества в неоднородной пористой среде.....	2
Хужаёров Б.Х., Махмудов Ж.М., Махмудов У.Ж. Численное решение задачи фильтрации двухкомпонентных суспензии в пористой среде.....	3
Хужаёров Б.Х., Махмудов Ж.М., Сайдуллаев У.Ж. Численное решение задачи релаксационного фильтрования суспензий с образованием кейк-слоя.....	2
Хусанов Б.Э., Рихсиева Б.Б. Об одной модели структурно-неустойчивых грунтов при сдвиговых деформациях.....	3
Эргашев А.Ж., Йулдашев А.Т., Дуняшин Н.С. Анализ электродуговой наплавки валков под флюсом прокатных станов.....	1
Юлдашев Т., Нишонов Н.А. Исследование НДС подземных полимерных трубопроводов при продольном воздействии.....	3
Юлдашев Ш.С., Алимов Х.Л., Карабаева М.У. Уменьшение уровня вибрации в грунтах с помощью виброзащитных экранов типа щелей.....	3
Юлдашев Ш.С., Саидов С.М., Карабаева М.У. Распространение вибрации в грунтах с учетом реологических свойств.....	1

МУНДАРИЖА

Сўз боши.....	3
А.Т. Буриев. Текис эластик тўлқин таъсирида деформацияланувчи фундаментни ностационар тебраниши.....	4
М.Ш. Ибраилов, С.Е. Носов, А.М. Абдуллаев. Чизикли занжир аналогияси ва ковушқоқэластик грунтда кувурнинг бўйлама сейсмик тебраниши тенгламаларини келтириб чиқариш.....	7
А. Каримжанов, М. Кадырова, Ф. Хамракулова. Эскирувчи ёпишқоқ - қайишқоқ цилиндр ҳаракат турғунлигини тадқиқ қилишда лимит системалардан фойдаланиш.....	11
Ф.Х. Нишонов. Идеал суюқликлар аралашмаси учун тўлиқ энергия тенгламаси.....	15
Р.Х. Сайдахмедов, К.Г. Бахадиров, А.В. Стулов. Мис полоса прокаткасининг параметрлари ҳисоби.....	20
Ш.Б. Ахмедов, А.А. Ашрабов. Темирбетон элементлар ёрикларидаги кучланишларнинг узатилиши.....	25
А.А. Ишанходжаев, Н.З. Саатова. Туз коррозияси таъсиридаги оралик қурилма элементларининг юк қўтарувчанлик қобилятини ҳисоблаш.....	29
И.З. Аббазов, М.Т. Хожиев. Пахта тозалаш корхоналаридаги чанг ушлагичларни иш самарадорлигини ошириш.....	32
А. Абдукаримов. Етаковчи ва етакланувчи тишли гилдиракларининг айланиш марказлари ихтиёрий симметрик марказлар атрафида симметрик ёйсимон кўчувчи тишли-ричагли дифференциал узатиш механизмининг кинематик таҳлили.....	36
Х.Т. Ахмедходжаев, Ш.М. Азизов. Бир камерали икки цилиндрли джинни статик юкланганлиги анализи.....	42
А.А. Ахметов, Ш.А. Ахмедов. Трактор клиренсини ўзгартирувчи винтли механизми ҳаракатга келтириш учун керак бўладиган буровчи момент.....	46
А.Тўхтақўзиев, С.Темиров. Ўғитларнинг ўғитйўналтиригичдаги ҳаракатини тадқиқ этиш.....	50
Б. Мардонов, О. Саримсаков. «Ҳаво+пахта хомашёси» аралашмасини ўзгарувчан кесимга эга бўлган қувур бўйлаб ташиш жараёнини моделлаштириш.....	54
И.О. Тўланов, М.А. Тўхтабоев, Х.М. Солиев. Кенг қамровли агрегатларнинг манёврчанлигини ошириш.....	60
М.Т. Хожиев, Э. Гайбназаров. Пахтанинг табиий хусусиятларини сақлаш мақсадида СХ сепараторини такомиллаштириш.....	64

Илмий ахборотлар

Т.Ю. Аманов. Вертикаль кўринишдаги сиқув машинасининг конструктив ўзгалиги ва ишлаш шароити	67
Р.Р. Мамажанов. Металл фермали темир йўл кўприк элементларидаги чарчок ёриклар ва уларни емирилиш механикаси усуллари билан моделлаштириш.....	69
Д.М. Мухаммадиев, Х.А. Ахмедов, Т.Д. Мухаммадиев. Аррали жиндаги пахта отиб берувчи барабани мустаҳкамликка ҳисоблаш.....	73
Р.Х. Сайдахмедов, Г.А. Хамраева, У.Ш. Хамракулов, А.И. Камардин, Г.Р. Саидахмедова. Ион-плазма усули билан олинган функционал қопламаларнинг қалинлигини аниқлаш.....	75
А. Тўхтақўзиев, М.М. Эргашев. Комбинациялашган боронанинг диски юмшаткичлари ҳосил қиладиган нотекистиклар баландлигини тадқиқ этиш.....	80

Хабарлар

Илмда эришилган ютуқлар – ривожланишнинг муҳим омили.....	83
Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Фанлар академияси фаолияти, илмий-тадқиқот ишларини ташкил этиш, бошқариш ва молиялаштиришни янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги 2017 йил 17 февралдаги № ПҚ-2789 қарорига шарҳ.....	84
Т.Р. Рашидов. Ўзбекистон Республикаси Фуқаро муҳофазаси бошлиғи, бош вазири Ш.Мирзиёев томонидан 2016 йил 6 майда тасдиқланган, зилзила билан боғлиқ фавқулодда ҳолатларда огоҳлантириш, шу билан бирга улар юз берганда аҳолини ҳаракатланишга тайёрлигини мукаммаллаштириш бўйича тадбирлар эффективлигини оширишга йўналтирилган комплекс дастурни бажарилиши ҳақида.....	86
С.Х. Достанова, Е.А. Исаханов. Тошкент шаҳридаги илмий конференция ҳақида.....	90
Т.Р. Рашидов, Р.А. Абилов. «Конструкциялар мустаҳкамлиги, бинолар ва иншоотлар сейсмодинамикаси» халқаро илмий-техник конференцияси қарори.....	92
Т. Рашидов, М.Р. Сафарбоев. Механиклар учбурчаги	94
Халқаро муҳандислик академияси академиги Улмас Джураевич Мамаджанов 90 ёшда.....	97
Профессор Рустам Исаевич Байметов 80 ёшда.....	99
Абдурахман Муинович Муинов 80 ёшда.....	100
Баҳром Ғофурович Қодиров 77 ёшда.....	101
Техника фанлар доктори, профессор Хикматилла Нигматов 70 ёшда.....	102
Техника фанлар доктори, профессор Махаммаджон Мирахмедов 70 ёшда.....	103

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
А. Т. Буриев. Нестационарные колебания деформируемого фундамента при действии упругой плоской волны.....	4
М. Ш. Исраилов, С. Е. Носов, А. М. Абдуллаев. Аналогия линейной цепочки и вывод уравнения продольных сейсмических колебаний трубопровода в вязкоупругом грунте.....	7
А. Каримжанов, М. Кадырова, Ф. Хамракулова. Применение предельных систем при исследовании устойчивости движения вязкоупругого цилиндра со старением.....	11
Ф. Х. Нишонов. Уравнения полной энергии для смеси идеальных жидкостей.....	15
Р. Х. Сайдахмедов, К. Г. Бахадиров, А. В. Стулов. Расчет параметров прокатки медной полосы.....	20
Ш. Б. Ахмедов, А. А. Ашрабов. О передаче напряжений в трещинах железобетонных элементов.....	25
А. А. Ишанходжаев, Н. З. Саатова. Расчет грузоподъемности элементов пролетного строения в условиях солевой коррозии.....	29
И. З. Аббазов, М. Т. Хожиев. Повышение эффективности работы пылеуловителя на хлопкоочистительных предприятиях.....	32
А. Абдукаримов. Кинематический анализ зубчато-рычажного дифференциального передаточного механизма с симметричным, дугообразным перемещением центров вращения ведомого и ведущего зубчатых колес относительно произвольных симметричных центров.....	36
Х. Т. Ахмедходжаев, Ш. М. Азизов. Анализ напряженного состояния двухцилиндрового пильного джина.....	42
А. А. Ахметов, Ш. А. Ахмедов. Крутящий момент, необходимый для приведения в движение винтового механизма регулировки клиренса трактора.....	46
А. Тухтакузиев, С. Темиров. Исследование движения туков в туконаправителе.....	50
Б. Мардонов, О. Саримсаков. Моделирование процесса транспортировки смеси «Воздух+хлопок-сырец» по трубопроводу переменного поперечного сечения.....	54
И. О. Туланов, М. А. Тухтабоев, Х. М. Солиев. Повышение манёвренности широкозахватных агрегатов.....	60
М. Т. Хожиев, Э. Гайбназаров. Совершенствование сепаратора СХ с целью сохранения природных свойств хлопка-сырца.....	64

Научные сообщения

Т. Ю. Аманов. Конструктивные особенности и условия работы отжимной машины вертикального типа.....	67
Р. Р. Мамажанов. Усталостные трещины в элементах сквозных ферм металлических железнодорожных мостов и их моделирование методами механики разрушения.....	69
Д. М. Мухаммадиев, Х. А. Ахмедов, Ф. Х. Ибрагимов, Т. Д. Мухаммадиев. Прочностные расчеты набрасывающего барабана пильного джина.....	73
Р. Х. Сайдахмедов, Г. А. Хамраева, У. Ш. Хамракулов, А. И. Камардин, Г. Р. Саидрахмедова. Определение толщины функциональных покрытий, формируемых ионно-плазменным методом.....	75
А. Тухтакузиев, М. М. Эргашев. Исследование высоты неровностей, образуемых дисковыми рыхлителями комбинированной дисковой бороны.....	80

Хроника

Достижения науки – важный фактор развития.....	83
Комментарий к Постановлению Президента Республики Узбекистан № ПП-2789 «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Академии наук, организации, управления и финансирования научно-исследовательской деятельности» от 17 февраля 2017 г.....	84
Т. Р. Рашидов. О мероприятиях по реализации Комплексной программы по дальнейшему повышению эффективности мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с землетрясениями, в том числе совершенствованию подготовки населения к действиям при их возникновении, утвержденной Начальником Гражданской защиты, Премьер-министром Республики Узбекистан Ш. Мирзиёевым 06 мая 2016 г.....	86
С. Х. Достанова, Е. А. Исаханов. О научной конференции в г. Ташкенте.....	90
Т. Р. Рашидов, Р. А. Абилов. Резолюция Международной научно-технической конференции «Прочность конструкций, сейсמודинамика зданий и сооружений».....	92
Т. Рашидов, М. Р. Сафарбоев. Треугольник механиков.....	94
Академику Международной инженерной академии Ульмасу Джураевичу Мамаджанову – 90 лет.....	97
Профессору Рустаму Исаевичу Байметову – 80 лет.....	99
Абдурахману Муиновичу Муинову – 80 лет.....	100
Бахром Гюфуровичу Кодирову – 77 лет.....	101
Доктору технических наук, профессору Хикматилле Нигматову – 70 лет.....	102
Доктору технических наук, профессору Махамаджону Мирахмедову – 70 лет.....	103

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 09.02.2017. Подписано в печать 10.03.2017.
Формат 60×84 ¹/₈. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Усл.-печ. л. 12.55. Уч.-изд. л. 8.43. Тираж 100. Заказ № .
Цена договорная.

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