

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің 20 жылдығы
және механика-математика факультеті
«Механика» кафедрасының құрылғанына 10 жыл толуы аясында өтетін
«МЕХАНИКА ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ» атты
Республикалық ғылыми-әдістемелік конференциясы**

БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**Республиканской научно-методической конференции
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИКИ И МАТЕМАТИКИ»,
посвященной 20-летию Евразийского национального университета
им. Л.Н. Гумилева и 10-летию основания кафедры «Механика»
механико-математического факультета
Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева**

2016 жыл 14-15 қазан

Астана

ӘОЖ 531:510 (063)

КБЖ 22

М 49

В подготовке Сборника к печати принимали участие:

Джайчибеков Н.Ж., Ибраев А.Г., Бургумбаева С.К., Бостанов Б.О.

«Механика және математиканың өзекті мәселелері» атты Республикалық ғылыми-әдістемелік конференциясының БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің 20 жылдығы және механика-математика факультеті «Механика» кафедрасының құрылғанына 10 жыл толуына арналған = «Актуальные вопросы механики и математики», посвященной 20-летию Евразийского национального университета им.Л.Н. Гумилева и 10-летию основания кафедры «Механика» механико-математического факультета Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилев. СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Республиканской научно-методической конференции. Қазақша, орысша. – Астана, 2016, 292 б.

ISBN 998-601-301-808-9

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және ғалымдардың механика, математика, математикалық және компьютерлік модельдеу, механика және математиканы оқыту әдістемесінің өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

В Сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и ученых по актуальным вопросам механики, математики, математического и компьютерного моделирования и методика преподавания механики и математики.

Тексты докладов печатаются в авторской редакции

ISBN 998-601-301-808-9

ӘОЖ 531:510 (063)

КБЖ 22

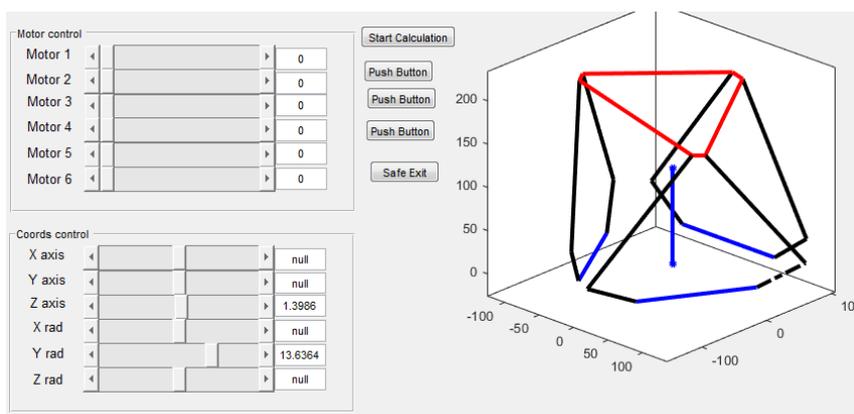


Рисунок 4 – Окно с ползунками управления и анимацией движения ПС

Диапазон движения платформы вдоль x , y и z осей составляет примерно ± 18 , ± 19 и ± 16 мм, повороты вокруг осей x , y и z составляют около $\pm 6^\circ$, $\pm 6^\circ$ а также $\pm 7^\circ$ соответственно.

Точность платформы ограничена в основном разрешающей способностью сервоприводов. Скорость работы сервоприводов составляет 0.22 сек 60° , крутящий момент двигателя - 30 кг/см.

В дальнейшей работе для создания реальных ПС планируется провести силовой анализ для таких ПС и создавать управление на базе уравнений динамики ПС. Новые конструкции будут оснащены несколькими датчиками.

Список использованных источников

1. E. Fichter, "A Stewart Platform-Based Manipulator - General-Theory And Practical Construction", International Journal of Robotics Research, vol. 5, no. 2, pp. 157–182, 1986.
2. P. Dietmaier, "The Stewart-Gough platform of general geometry can have 40 real postures" in Advances in Robot Kinematics: Analysis and Control, Proceedings Paper, pp. 7–16, 6th International Symposium on Advances in Robot Kinematics, Salzburg, Austria, Jun-Jul, 1998.
3. X. Gao, D. Lei, Q. Liao, and G. Zhang, "Generalized Stewart-Gough platforms and their direct kinematics", IEEE Transactions on Robotics, vol. 21, no. 2, pp. 141–151, 2005.
4. J. Lee and Z. Geng, "A Dynamic-Model of a Flexible Stewart Platform", Computers & Structures, vol. 48, no. 3, pp. 367–374, 1993.

УДК 621.01

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ПОДМОСТЕЙ

Темирбеков Е.С., Баймуханов С.К., Джунисбеков С.

temirbekove@mail.ru

АТУ, ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, КазНУТУ им.К.И.Сатпаева; Казахстан

С 2012 по 2014гг. в ИММАш МОН РК разрабатывался научный проект [1] по созданию в Республике Казахстан типоразмерного ряда конструкций механизированных подмостей не уступающим, а по некоторым параметрам и превосходящим зарубежные аналоги. Результатом проекта является разработка методик, алгоритмов и пакетов конструкторской документации (ПКД) с использованием компьютерных вычислительных комплексов «Лира» и «Inventor», разработка пользовательских компьютерных программ и расчет метрических, кинематических и динамических параметров типоразмерного ряда конструкций механизированных подмостей. Создана НИОКР-основа для их серийного производства в виде легких, мобильных, компактных, дешевых, простых в изготовлении и эксплуатации

конструкций подмостей с рабочей высотой подъема от 2.2м до 12.2м, предназначенных для ремонтно-технических, строительного-монтажных и вспомогательных работ внутри и снаружи промышленных и жилых помещений зданий и сооружений. Ожидаемые результаты были направлены на реализацию Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы, целью которой являлось достижение устойчивого развития страны путем отхода экономики от сырьевой направленности.

Основные результаты проведенных НИОКР:

- спроектированы 3D-модели типоразмерного ряда подмостей ПДМ-2.2 (подмости Джолдасбекова механизированные с высотой подъема рабочей площадки (РП) до 2.2м), ПДМ-5.2, ПДМ-7.2, ПДМ-10.2А4; ПДМ-10.2Б (рис.1);
- разработаны и изготовлены ПКД опытно-экспериментальных конструкций ПМД-2.2 и ПМД-5.2;
- получены патенты на полезные модели подмостей с новыми конструктивными решениями, увеличивающие жесткость конструкции. Они основаны на модернизации схемы механизма «Нюрнбергских ножниц» (мНН).
- изготовлены макет-модель (рис.2) и опытно-экспериментальный образец подмостей ПМД-2.2 (рис.3)

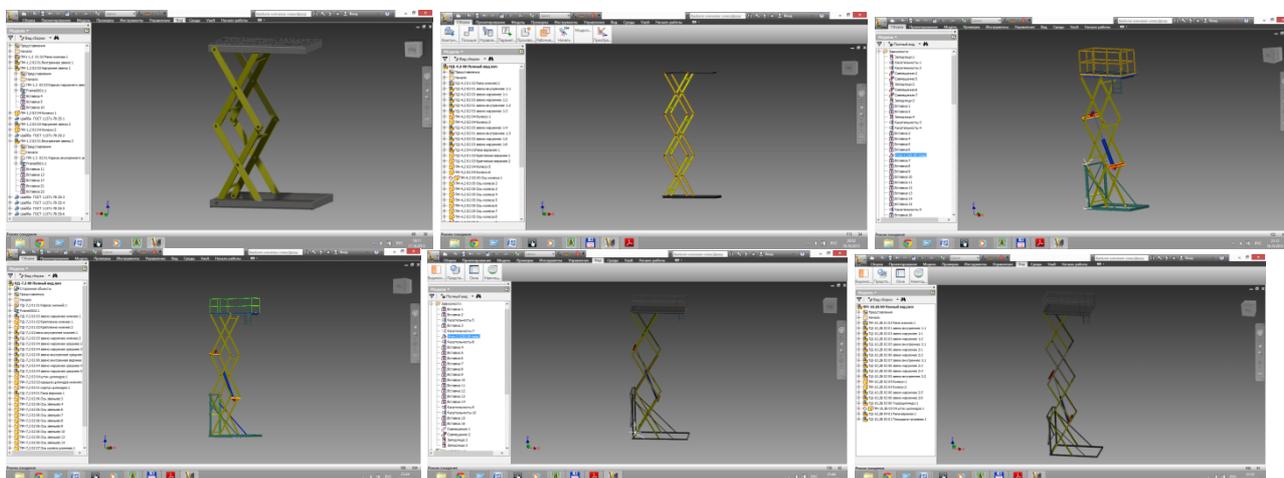


Рисунок 1 – 3D-модели подмостей ПДМ -2.2;-4.2; -5.2 ; -7.2 ; -10.2А; -10.2Б

В схемах мНН и ПМД (рис.3, 4а) левый нижний шарнир является жестким на опорной раме, а второй нижний шарнир установлен на ползуне, движущемуся вдоль опорной рамы. Из этой кинематической особенности следует один из их существенных недостатков – это увеличение консольности РП при ее подъеме. Например, при угле $\varphi = 45^{\circ}$ она составляет $l = 0.293L$ (L - длина несущих звеньев мНН). При дальнейшем увеличении высоты подъема в положении $\varphi = 60^{\circ}$ она составляет уже $l = 0.5L$, что приводит к существенному увеличению изгибающей нагрузки на РП и небезопасной работе операторов на ней. Кроме того, при этом, как показали натурные испытания этих подмостей при подъеме рабочей площадки из-за зазоров в шарнирных соединениях и ползунах возникают значительные колебания рабочей площадки во время подъема, и особенно в крайнем верхнем положении РП. Эти обстоятельства серьезно ухудшают безопасность работы операторов на высоте. Они требуют увеличения прочности конструкции, и как следствие приводит к её утяжелению.



Рисунок 2 – Вид макет-модели в промежуточных положениях

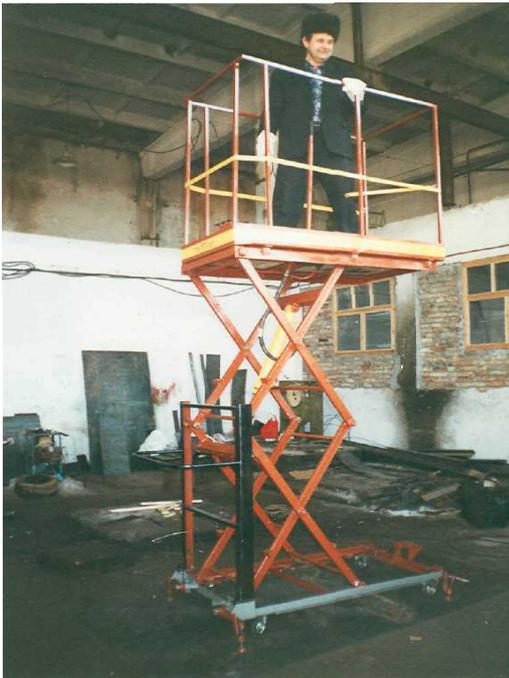


Рисунок 3 – Опытно-экспериментальный образец мобильных подмостей ПМД-2.2 в верхнем и нижнем положениях

Для увеличения жесткости конструкции подмостей была введена жесткая вертикальная стойка на неподвижном шарнире типоразмерного ряда ПМД. Так как левый шарнир схемы мНН над стойкой движется строго вертикально, на схеме ПМД была установлена вертикальная жесткая стойка так, чтобы он двигался связанным по ней. Причем, в начальном варианте подмостей ПМД (рис.4) эта конструкция (рис.4б, сверху) была достаточно громоздкой [2]. Следующий вариант [3] был сделан (рис.4б, снизу) гораздо проще и отличался тем, что нижние концы верхних рычагов и верхние концы нижних рычагов в местах их шарнирного соединения имели продолжение длины за общей осью их вращения; причем эти длины должны быть достаточными для обхвата с двух сторон вертикальной направляющей, не препятствуя при этом движению конструкции; между звеньями по оси вращения выбран зазор; при этом зазор должен быть равен толщине вертикальной направляющей с некоторым небольшим допуском для беспрепятственного движения звеньев конструкции. Расчеты и натурные испытания экспериментальной конструкции ПМД-2.2 показали, что относительная жесткость увеличилась более чем в два раза [1].

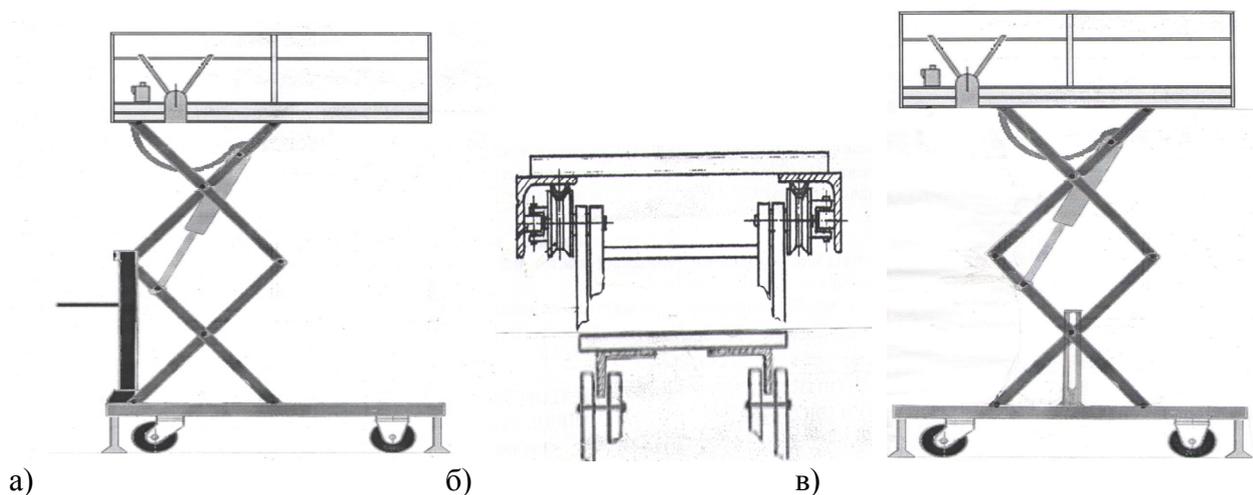


Рисунок 4 – Схемы подмостей а) ПДМ-2.2, б) вид сверху на соединение конструкции с вертикальной стойкой в) смещение вертикальной стойки к среднему шарниру

Теперь же для уменьшения консольности конструкции подмостей типоразмерного ряда ПМД предлагается, на наш взгляд, более простое и эффективное решение. Вводится жесткая вертикальная стойка (рис.4в), соответствующая среднему нижнему шарниру, находящейся на опорной раме между нижним неподвижным шарниром и ползуном. Средний нижний шарнир теперь будет двигаться вертикально вверх из нижнего к верхнему положению. А левая неподвижная стойка теперь становится подвижной, для чего в ней установлен ползун, который перемещается вдоль опорной рамы. Естественно, теперь длина хода ползуна, находящегося справа становится в два раза меньше, а длина хода левого ползуна будет ему равна. За счет этого существенно снижена консольность конструкции. При высоте подъема в положении $\varphi = 60^\circ$ она составляет всего $l = 0.25L$, то есть уменьшена в два раза, причем в отличие от конструкций ПМД теперь положение центра тяжести всей конструкции в плане остается все время вертикальным. Это, несомненно, приведет к уменьшению изгибающей нагрузки на РП и более безопасной работе операторов на высоте. Высота вертикальной стойки уменьшится в два раза, что немаловажно в толчки зрения металлоемкости. Все это существенно улучшит динамику движения конструкции, повысит её общую жесткость, уменьшит колебания, уменьшит металлоемкость. Кроме того, крепление конструкции к раме в плане в трех точках, как у ПМД, вместо двух (как у мНН) также улучшает жесткость конструкции.

Как уже отмечалось, в схемах мНН и ПМД имеются ползунные пары. С конструктивной точки зрения их гораздо сложнее изготовить, чем вращательные пары. Кроме того, из-за них и возникает проблема консольности. В работе [4] предлагается ряд схем, аналогичных мНН, но не содержащих ползунных пар (рис.5).

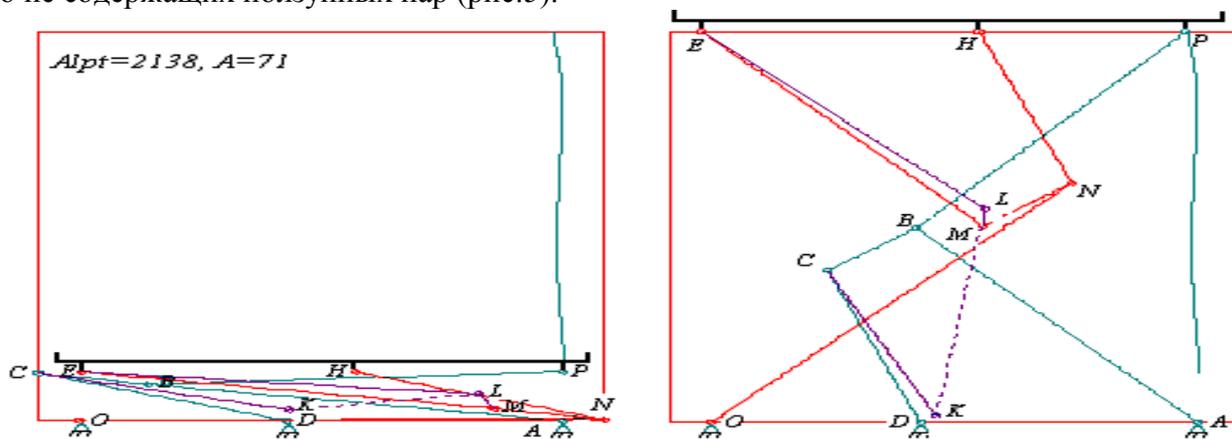


Рисунок 5 – Одна из схем подмостей с шарнирами

Мониторинг подмостей в Интернете и в технической литературе показывает, что разработанные в [4] схемы являются оригинальными и они никогда ранее не применялись в качестве подмостей. На наш взгляд, у этих схем есть хороший потенциал. К их недостатку можно отнести относительно большое количество стержней и длину конструкции в транспортном положении. Если у основных схем подмостей мНН и ПМД их шесть, то у схем этих механизмов – их восемь, два из которых - трехшарнирные. Отсутствие ползунов в схеме конструкции подмостей, нужно, безусловно, отнести к их достоинству, так как это упрощает конструкцию подмостей и увеличивает их жесткость. Сейчас эти перспективные схемы ещё недостаточно изучены с точки зрения: жесткости, прочности, устойчивости на поперечное и продольное опрокидывания, соотношений максимальной, транспортной высот и длины схем подмостей. Кроме того, так как эти схемы получены приближенным синтезом, при изготовлении конструкций подмостей на их основе, из-за неточности изготовления метрических размеров звеньев могут возникать значительные реакции и реактивные моменты. Все эти вопросы требуют изучения.

Нам удалось на основе модификации этих схем получить ряд новых оригинальных схем подмостей, одна из них показана на рис.6а. С конструктивной точки зрения нам удалось уменьшить длину опорной части рамы до возможного минимума. Требования, по которым можно оценивать подмости многообразны: это и консольность РП или ее отсутствие, и наличие или отсутствие ползунных пар, и габариты подмостей, которые можно характеризовать, например, следующими соотношениями $i_H = \frac{H}{h}$, $i_{lp} = \frac{H}{l_{рама}}$, $i_{lk} = \frac{H}{l_{констр}}$ где H - максимальная высота подъема рабочей площадки, h - высота конструкции в транспортном положении, $l_{опор}$ - длина опорной части рамы конструкции, $l_{констр}$ - длина конструкции в сложенном состоянии (см. табл.1).

Таблица 1

сравнительные показатели подмостей

Схемы подмостей	$i_H = \frac{H}{h}$	$i_{lp} = \frac{H}{l_{рама}}$	$i_{lk} = \frac{H}{l_{констр}}$	Консольность	Ползун
ПМД (рис.4а)	6.7	1.7	1.7	max = .5L	есть
ПМД модифицированные (рис.4в, 5б)	6.7	1.7	1.7	max = .25L	есть
Шарнирные подмости (рис.5а)	6.7	2.3	0.9	нет	нет

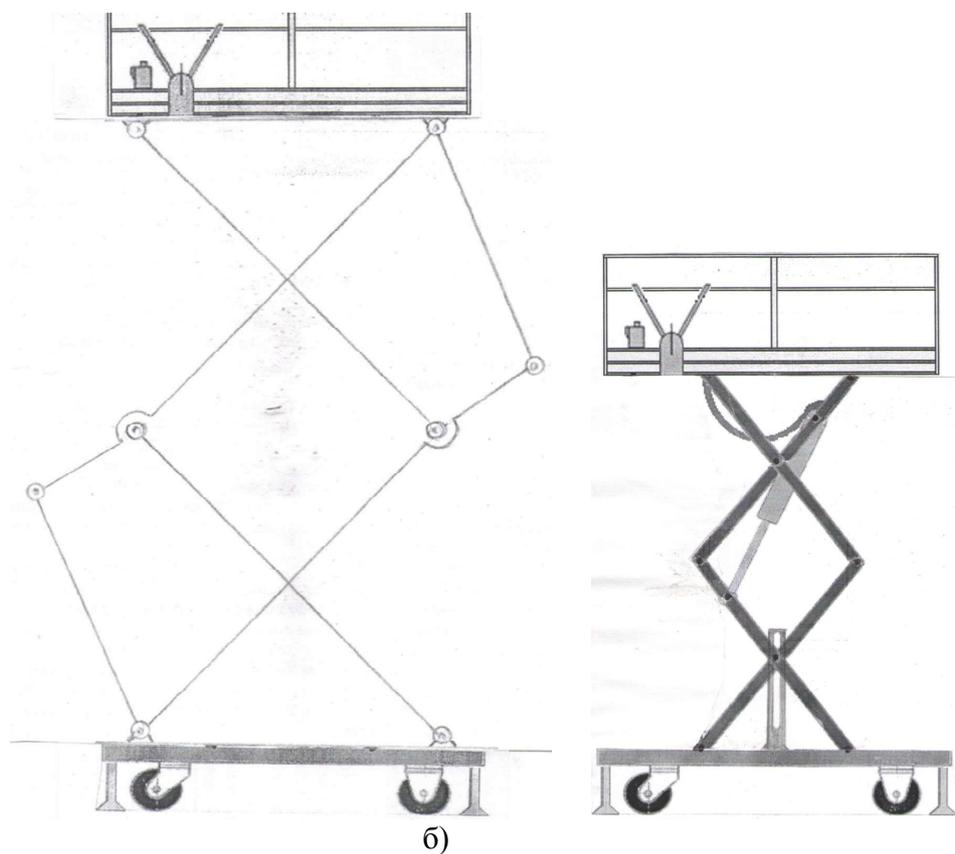


Рисунок 6 – Новые а) без схемы подмостей ползунов б) ПМД с минимальной консольностью

Список использованных источников

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка типоразмерного ряда новых конструкций легких, мобильных, компактных подъемников и подмостей» №госрегистрации 0112РК01112, Инв. №0214РК00605, Алматы, 2014
2. Темирбеков Е.С. и др. Патент на полезную модель. Официальный бюллетень №5(1) 2009, Астана. МЮ, КПИС, РГКП «НИИС. Мобильные механизированные подмости.
3. «Механизированные подмости». Заключение о выдаче патента на полезную модель. Решение от 15.07.2014 №12-3/3443. Национальный институт интеллектуальной собственности МЮ РК.
4. Нурмаганбетова А.Т. «Синтез грузоподъемных механизмов с заданным относительным движением подвижных звеньев по критерию качества передачи силы». Диссертация ... кандидата технических наук, Алматы, 2009

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ В ВИБРАЦИОННО-ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ

Торехан Б.Н.

Beksultan_nt@mail.ru

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

В настоящее время, практически во всех отраслях промышленности применяют вибрационные машины, оказывающие воздействие на технологическую среду, различную по физико-механическим свойствам, массе и размерам. Использование вибрации позволяет интенсифицировать технологические процессы и повысить качественные показатели.