

**КАЛТЕКТҮҮ УРГУЧТАР, СӨЛӨКӨТТӨРҮНҮН КЭЭ
БИР ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ ЖАНА АЛАРДЫ
ПАЙДАЛАНУУНУН ТАЖРЫЙБАСЫ**

**РЫЧАЖНЫЕ УДАРНИКИ, НЕКОТОРЫЕ
ОСОБЕННОСТИ СХЕМ И ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

**LEVER DRUMMERS, SOME FEATURES OF THE
SCHEMES AND EXPERIENCE OF THEIR USE**

**Э. С. Абдраимов, А. А. Каримов, Б. Б. Бакиров,
Т. М. Абдраимов, А. Е. Абдураимов**

**E. S. Abdraimov, A. A. Karimov, B. B. Bakirov,
T. M. Abdraimov, A. E. Abduraimov**

Бул макалада КР УИАнын Машинатаануу жана автоматика институтунун чыгармачыл жамаатынын калтектиң ургучтар сөлөкөттөрүнүн кээ бир өзгөчөлүктөрү боюнча изилдөөлөрү каралган. М10-19 моделинин негизинде жасалган М15-21 моделинин эксперименталдык үлгүсүнүн конструкциялык элементтери келтирилген. Конструкциясына электр иштеткичи жайгаштырылган электромеханикалык балка көчмө нускада жасалган. Электр иштеткич шаймашай коллекторлуу, басаңдаткычтын тулкусуна жайгаштырылып, агын жыштыгы 50 Гц жана чыңалуусу 220 Вко эсептелген. Электр жетегинин тулкусуна жайгаштырылган басаңдаткычтын кыймыл өткөөл саны 38,75 жана кийинки үч баскычтуу: 1 – 5,25; 2 – 3,69; 3 – 2. кыймыл өткөөл сандарынан турат. Кыймыл өткөөлү шынаалу курлуу иштеткичти жана тиштүү дөңгөлөктүү өткөргүчтөрдү камтыйт, өткөрүү катнашы тиешелүү 1,26 жана 1,0 арабар. Кур автоматтык түрдө керилет.

В статье рассмотрены некоторые особенности схем рычажных ударников, исследуемых творческими коллективами Института машиноведения и автоматики НАН КР. Представлены конструктивные элементы экспериментального образца молота модели М15-21, созданного на базе модели М10-19. Молот электромеханический, выполнен в переносном варианте со встроенным в конструкцию электроприводом. Электропривод универсальный, коллекторный, со встроенным в корпусе редуктором (мотор-редуктор), рассчитан на частоту тока 50 Гц и напряжение сети 220 В. Общее передаточное число редуктора вмонтированного в корпус электропривода составляет 38,75 и состоит из трёх ступеней со следующими передаточными числами: 1 – 5,25; 2 – 3,69; 3 – 2. Число оборотов мотор-редуктора на выходе 640 об/мин без нагрузки согласно

заводской бирке на корпусе. Трансмиссия молотка включает клиноремённую и шестерёнчатую передачи с передаточным числом 1,26 и 1,0 соответственно. Натяжение ремня осуществляется автоматически.

The article deals with some features of the schemes of lever drummers studied by creative teams and Institute of Machine Science and Automation of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. The design elements of the experimental hammer model M15-21 created on the basis of the model M10-19 are presented. The hammer is electromechanical, made in a portable version, with an electric drive built into the structure. The universal collector electric drive with a built-in gearbox (motor-reducer) is designed for a current frequency of 50 Hz and a mains voltage of 220 V. The total gear ratio of the gearbox mounted in the electric drive housing is 38.75 and consists of three stages with the following gear ratios: 1 – 5.25; 2 – 3.69; 3 – 2. The speed of the gear motor at the output is 640 rpm without load-according to the factory tag on the housing. The hammer transmission includes V-belt and gear gears with a gear ratio of 1.26 and 1.0, respectively. The belt tension is automatically applied.

Түйүн сөздөр: С. Абдраимовдун өзгөрүлмөлүү структурадагы механизми; электр кол машинасы; басаңдаткыч; калтектүү ургуч; эксперименталдык үлгү; M 15-21 модели; колдонуу коэффициенти; диаграмма.

Ключевые слова: механизм переменной структуры С.Абдраимова; ручная электрическая машина; редуктор; рычажный ударник; экспериментальный образец; модель M 15-21; коэффициент использования; диаграмма.

Keywords: S. Abdraimov variable structure mechanism; manual electric machine; gearbox; lever drummer; experimental sample; model M 15-21; utilization factor; diagram.

Современная научно-техническая мысль по созданию машин ударного действия сформировала четыре основных направления развития. По применяемым исполнительным механизмам принято подразделять ударные машины на: 1 – пневматические, 2 – гидравлические, 3 – рычажные и 4 — электромагнитные.

Каждая из этих четырёх разновидностей имеет свои отличительные особенности, положительные качества, определившие им свои места в общем сегменте рынка ударных машин. Наверное, как и везде, развитие рычажных ударников осуществляется двумя основными путями.

Первый путь, наиболее массовый, связан с совершенствованием известных ударных машин, получивших распространение на рынке. Делаются попытки улучшения энергетических параметров. Прежде всего параметров, формирующих картину мощности в прямой увязке с повышением надёжности и сохраняемости параметров. Значи-

мыми параметрами являются эргономические показатели и дизайн как факторы, влияющие на конкурентную среду выпускаемых ударных машин.

В настоящий момент два творческих коллектива Института машиноведения и автоматики НАН КР ведут работы по этому пути. Один из коллективов занимается исследованиями свойств, присущих кривошипно-ползунной схеме с дополнительным ударным поводком, имеющей связь с ползуном посредством воздушных камер «L», рисунок 1.

В первой половине прошлого века по предложению Шмаргунова К.Н., разработчика молотков типа КНШ, на базе данной схемы были созданы первые рычажные ударные машины (РУМ) ручного исполнения. К настоящему моменту эти схемы отработаны хорошо. Нашли широкое применение и тиражируются различными производителями, среди которых Китай занимает одно из ведущих мест. Важным качеством, присущим этой схеме, является уменьшение динамических нагрузок на привод, при этом она «увеличивает силу нажима молота», т.е. обладает динамическим эффектом увеличения энергии удара поводка [1].

Второй коллектив исследует свойства, присущие ударнику маятникового типа с ударными массами, симметрично закреплёнными на вращающемся роторе равномерно, рисунок 2. Отличительная особенность данной схемы – наличие «свободных связей», формируемых силами инерции ударных масс, вносящих хаос в движение маятников. Получение требуемых движений маятниками, иначе говоря, устранение второй подвижности в этой двухподвижной кинематической цепи, возможно с применением дополнительных устройств. Можно было бы подобрать резонансный режим колебания маятников, но это возможно при обеспечении постоянства остальных параметров ударной системы. Оба варианта – практически трудно реализуемые задачи на сегодня. Именно поэтому ротационный ударник такого типа получил ограниченное применение на рынке ударных машин, хотя в исследовательской деятельности нашел своё применение.

Можно отметить общность работ коллективов, направленных на совершенствование рычажных ударников, обладающих при этом максимально определённой подвижностью выходного звена кинематической цепи, насколько возможно развязанной с ведущим звеном в момент удара.

Творческий коллектив авторов данной статьи идёт по (второму) пути создания РУМ, до сих пор не имеющего аналогов. С последнего десятилетия прошлого века работы велись под руководством

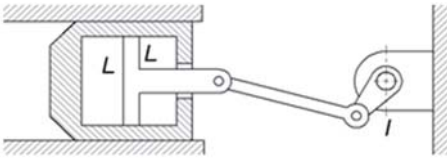


Рисунок 1 – Рычажный ударник, предложенный Шмаргуновым К.Н.

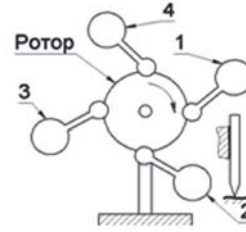


Рисунок 2 – Рычажный ударник маятникового типа

С. Абдраимова, автора идеи, и его соратников Еремьянца В.Э., Искенова С.С. Идея заключалась в использовании шарнирно-рычажного механизма с особым положением звеньев, в котором все четыре кинематические пары выстраиваются в линию. Особенность данного механизма в том, что в особом положении (ОП) возникает вторая подвижность. Иначе говоря, в ОП звеньев ведущее звено не управляет ведомым звеном. Возникает кинематическая развязка, хотя все элементы остаются связанными одной кинематической цепью.

Данное свойство, присущее этому механизму, было известно давно. Наверное, первым автором, описавшим это свойство в первой половине 17 века, был Х. Галловей (талантливый шотландец, по приглашению Михаила Фёдоровича Романова построивший несколько часов Московского Кремля, одни из которых существуют и сегодня как символ России). Но всю последующую историю все специалисты воспринимали данное качество как ущербное для механизма, не позволявшего обеспечить заданный закон движения выходным звеном. С.Н. Кожевников назвал это положение мгновенной кинематической неопределенностью, А.Ф. Крайнев, Л.Н. Решетов и другие авторы имели мнение о возникновении мёртвого положения движения звеньев, которому сопутствовало возникновение пиковых напряжений, разрушающих элементы механизма. Всё наработанное в предыдущие века является некорректным только потому, что механики, используя традиционные подходы синтеза, создавали одноподвижный механизм, без учёта того, что в ОП звеньев механизм оказывается двухподвижным. Как следствие, возникали термины и определения, характеризующие такого рода механизмы как неработоспособные.

В последующем материале данной статьи как пример создания на базе шарнирно-рычажного механизма с особым положением звеньев представлен опыт промышленной эксплуатации экспериментального образца молота модели М 15-21.

Для создания шарнирно-рычажного ударного механизма с ОП звеньев использована схема с наибольшим шатуном. Модель молота стала развитием модели М 10-19, некоторые конструктивные элементы которой представлены в научном журнале [2]. Основное отличие моделей в использовании более лёгкого коллекторного электропривода со встроенным редуктором (мотор-редуктором) взамен асинхронного электродвигателя общепромышленного образца типа 4AC100S4Y3. Это позволило существенно уменьшить вес и обеспечить необходимый уровень электробезопасности оператора без дополнительного устройства электроизоляции молота.

Общий вид молота без маховика и клинового ремня представлен на рисунке 3. Его кинематическая схема на рисунке 4.

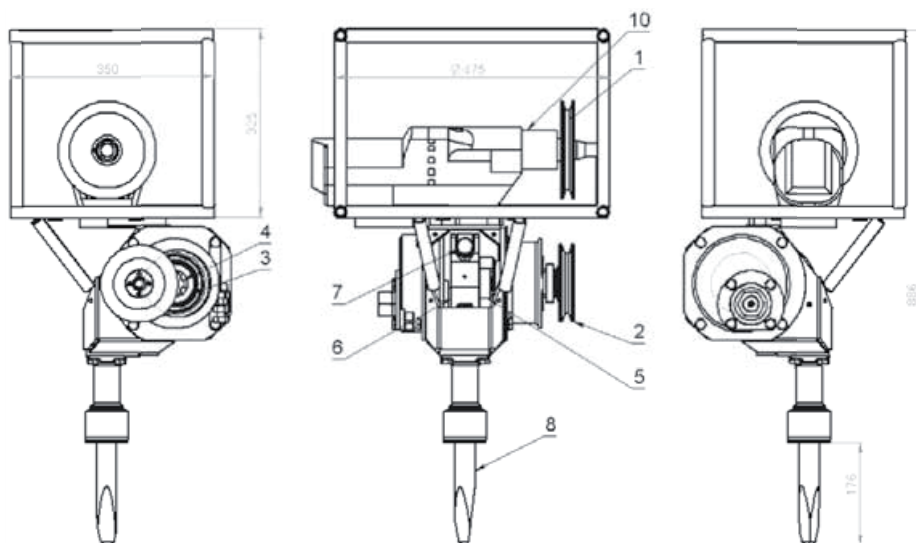
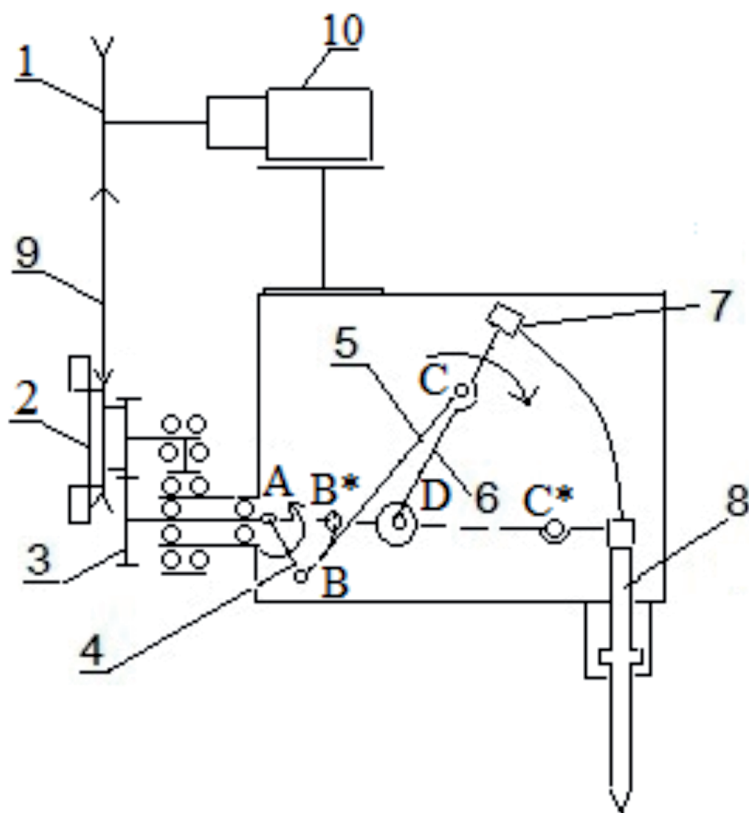


Рисунок 3 – Общий вид молота М 15-21



1 – шкив ведущий, 2 – блок маховик-шкив-шестерня, 3 – шестерня кривошипа, 4 – кривошип, 5 – шатун, 6 – коромысло, 7 – боёк, 8 – инструмент, 9 – ремень клиновой, 10 – электропривод коллекторный с редуктором; А, В, С, D – шарниры (кинематические пары) ударного механизма.

Рисунок 4 – Кинематическая схема молота М 15-21

Предшествующие испытания молота зимой, в феврале, дали разницу в значениях параметров, полученных теперь в летний период. Данные представлены в таблице 1. Очевидно, что разница температуры окружающей среды способствовала таким данным

Таблица 1 – Характеристики молота М15-21

Наименование, ед. измерения	Значение	
	зимой	летом
Потребляемая мощность привода, кВт	3,1	2,5
Частота ударов, Гц	8,5	8
Потребляемый ток, А	14	11
Напряжение сети, В	220	
Частота тока, Гц	50	
Габаритные размеры, мм	900 x 500 x 400	
Масса, кг	55	

Промышленную апробацию молота произвели летом по разрушению участка фундамента забора в частном секторе г. Бишкека. Размеры фундамента составляли 216х30х25 см бетона. Время работы бригады в составе двух операторов представлено на диаграмме, рисунок 5.

1. 35 мин – развёртывание рабочего места (установка молота, КИП и элементов электропитания).

2. 12 мин – работа молота по слою бетона.

3. 53 мин – восстановление функциональности элементов электроуправления, трансмиссии и рукояти.

4. 56 мин – работа молота по слою бетона.

На подготовку рабочего места: установки КИП, обеспечения электропитания и подготовки молота потребовалось 35 мин. В течение 12 мин работали молотом. Условия позволяли работать одному оператору, рисунок 6. Большие усилия требовались только на смену места между включением молота. Непосредственно в момент включения молот прижимался своим весом. Затем возникла неисправность, связанная с поломкой сварных элементов ручки, устройства натяжения ремня, а также отказа в цепи электроуправления. Произведённый ремонт на месте в течение 53 мин позволил восстановить работоспособность молота и продолжить работу до его завершения. Общее время работы составило 2 ч 36 мин.

Если исключить время, затраченное на подготовку рабочего места и устранение возникших неполадок, а именно 1 ч 26 мин, то видно, что молот проработал 68 мин. В начале работы молот работал с

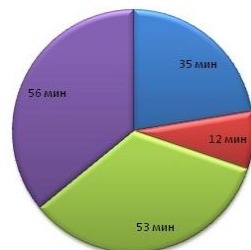


Рисунок 5 –
Диаграмма работы
молота

частотой 7,8 Гц, потребляемый ток 10,2 А, мощность 1870 Вт при напряжении сети в 198 В, это по показаниям КИП, рисунок 7. В конце работы КИП показали 10 А потребляемого тока, 1820 Вт потребляемой мощности, при этом частота ударов к концу работы составила 8,2 Гц, т.е. увеличилась на 0,4 Гц.

По данным КИП, привод молота включался на 1271,9 секунды, или 21 мин 12 сек. Учитывая среднюю частоту молота 8 Гц, молот произвёл 10175 циклов нагружения ударным механизмом. Полученные данные говорят о том, что коэффициент использования молота на объекте составил 0,3. Причём молот употребил энергию из электросети в объёме 0,643 кВт/ч, что также согласуется с полученным коэффициентом использования молота.



Рисунок 6



Рисунок 7

Вторая апробация молота М15-21 прошла при подготовке скважины для обустройства водопроводной колонки также в частном секторе г. Бишкека. Скважину выполняли путём забивки водопроводной трубы условным сечением 32. Молот забил около 3 метров трубы с глубины 15 метров (до 18 метров), проработав при этом около 10 мин в 3–4 включения. Продолжительность включения колебалась от 1 до 3 мин, т.е. коэффициент использования молота в этом случае был выше. В силу низкого напряжения в сети ≈ 160 В молот потреблял ток 8,4 А, работая с частотой 7 Гц. По интенсивности нагреваемых частей ударника можно отметить, что наиболее нагружаемыми оказались электропривод с редуктором и шестерни трансмиссии. Детали ударного механизма ощутимого нагрева не имели.

Полученный опыт позволяет сделать следующие выводы.

1. Механизмы переменной структуры С.Абдраимова отличаются наименьшей удельной энергоёмкостью среди известных механизмов в ударной технике.

2. Модель М 15-21, согласно своим параметрам, создаёт новый сегмент рынка электрических ручных ударных машин.

3. Простое конструктивное исполнение опытного образца молота адаптировано к минимальным возможностям машиностроительного комплекса республики, в то же время данный опытный образец способен решать насущные задачи конкретных потребителей.

4. Продолжение апробации молота создаст условия для дальнейшего совершенствования конструкции и получения опыта применения такого молота на рынке.

Следует отдельно отметить, что сегодня научное сообщество не имеет адекватного представления об особенностях рычажных ударников С.Абдраимова, созданных на базе шарнирно рычажных кинематических цепей с особым положением звеньев. Нарботанный опыт, в том числе полученный при первой промышленной эксплуатации ручного молота модели М 15-21, меняет исторически сложившиеся представления, создавая основу дальнейшему развитию механизмам переменной структуры такого типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леймер, А.Л. Элементы механизмов. НКАП СССР. – М:Оборонгиз, 1944. – 466 с.
2. Абдраимов, Э.Э., Абдураимов, А.Е., Каримов. А.А., Абдраимов, Э.С. Особенности динамики ударного механизма переменной структуры С.Абдраимова модели М 10-19. Машиноведение №1(11). – Бишкек: Изд-во ИМА, 2020. – С.65–72.