

МЕХАНИКА

МЕХАНИКА

MECHANICS

УДК 621.01

ТЕХНОЛОГИЯЛЫК МАШИНЕЛЕРДИН ӨТМ НЕГИЗИНДЕГИ АТКАРУУЧУ МЕХАНИЗМДЕРИНИН ТҮЗҮМ СӨЛӨКӨТТӨРҮН ИШТЕП ЧЫГУУ

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН НА ОСНОВЕ МПС

DEVELOPMENT STRUCTURAL SCHEMES TECHNOLOGICAL MACHINE'S ACTUATING MECHANISMS OF BASED ON VSM

А. А. Кошбаев

A. A. Koshbaev

Мурунку изилдөөлөрдүн жүрүшүндө автор өзгөрүлмө түзүмдөгү механизмдер (ӨТМ) негизиндеги уруучу кол машинелер иштөө учурунда жогорулаган титирөөлөр аныктаган. Бул кемчиликти жок кылуу максатында ӨТМдин негизиндеги уруучу механизмдерин тең салмактоо боюнча иштер жүргүзүлдү. Натыйжада уруучу ӨТМдин жаңы түзүм сөлөкөттөрү иштелип чыккан жана сунушталган. ӨТМге гана таандык касиеттерди ачуу максатында аларды башка иш максаттагы механизмдерге жана машинелерге киргизүү боюнча иштер жүргүзүлдү. Мисалы, мунай затты жана башка суюктуктарды алуу үчүн термелме тестерге. Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн натыйжасында ӨТМдин негизиндеги термелме тестин аткаруучу механизмдин жаңы түзүм сөлөкөттөрү иштелип чыккан жана сунушталган. Сунуш кылынган жаңы түзүм сөлөкөттөр негизинде ӨТМдин негизиндеги термелме тестин аткаруучу механизмдин эксперименталдык үлгүсү иштелип чыккан жана жасалган.

В процессе проведенных ранее исследований автором было установлено, что ручные ударные машины на основе механизмов

переменной структуры (МПС) при работе создают повышенные вибрации. В целях устранения этого недостатка проведены работы по уравниванию ударных механизмов на основе МПС. В результате которых были разработаны и предложены новые структурные схемы ударных МПС. С целью раскрытия присущих только МПС свойств выполнены работы по их внедрению в механизмы и машины других назначений. Например, в станки-качалки для добычи нефти и других жидкостей. В результате проведенных исследований разработаны и предложены новые структурные схемы исполнительного механизма станка-качалки на основе МПС. На основе предложенных новых структурных схем разработан и изготовлен экспериментальный образец исполнительного механизма станка-качалки на основе МПС.

In the course of previous studies, the author found that manual percussion machines based on variable structure mechanisms (VSM) create increased vibrations during operation. In order to eliminate this shortcoming, work was carried out to balancing the percussion mechanisms based on the VSM. As a result of which new structural schemes of percussion VSM were developed and proposed. In order to reveal the properties inherent only in VSM, work has been carried out to introduce them into mechanisms and machines for other purposes. For example, in rocking machine for the extraction of oil and other liquids. As a result of the research carried out, new structural schemes of the rocking machine executive mechanism based on VSM have been developed and proposed. On the basis of the proposed new structural schemes, an experimental sample of the executive mechanism of the pumping unit based on VSM was developed and manufactured.

Түйүн сөздөр: механизм; ургулоо механизм; аткаруучу механизм; өзгөрүлмө түзүмдүү механизм; технологиялык машина; түзүм сөлөкөтү; ийримуунак; термелгич; термелме тес.

Ключевые слова: механизм; ударный механизм, исполнительный механизм; механизм переменной структуры; технологическая машина; структурная схема; кривошип, коромысло, станок-качалка.

Keywords: mechanism; percussion mechanism, actuating mechanism; variable structure mechanism; technological machine; structural scheme; crank, rocker, rocking machine.

Известны рычажные ударные механизмы переменной структуры (МПС) [1,2]. Эти механизмы по сравнению с традиционными ударными механизмами обладают рядом достоинств, такими как:

- более высокий кпд.;
- простота конструкции и технологичность деталей;

- независимость работы от природно-климатических условий и загрязненности рабочей среды и др.

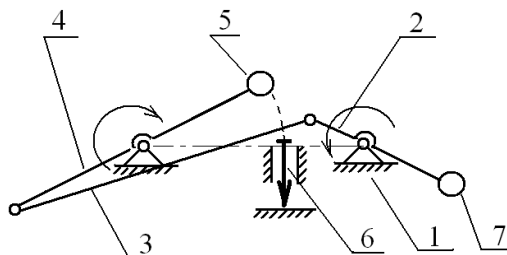
Данные механизмы подразделяются на 3 вида: с наибольшим шатуном, с наибольшим межопорным расстоянием и с наибольшим коромыслом. На основе которых были созданы ударные машины с различными видами приводов и различных типоразмеров с энергией единичного удара от 1 до 1000 и более Джоулей.

При этом в результате проведенных исследований образцов ручных ударных машин, созданных на основе указанных механизмов, автором было установлено [3], что в процессе работы данных машин генерируются большие динамические нагрузки. Эти нагрузки возбуждают большие вибрации, причем оказалось, что некоторые модели ручных ударных машин создавали вибрацию, которая в ряде октавных полос превышала разрешенные санитарными нормами уровни, что недопустимо при работе с ручной машиной. Кроме того, как известно, вибрация вредно воздействует не только на человека-оператора, но также и на детали и узлы самой машины, приводя в конечном итоге к поломкам и выходу из строя.

Поэтому необходимо решение задачи для снижения вибрации от динамических нагрузок и повышения надежности. При анализе выяснилось, что стандартные средства виброизоляции (например, упругие пружины или эластичные материалы), которые вполне эффективно гасят вибрацию в традиционных ударных механизмах, в ударных МПС не работают. В связи с чем были продолжены исследования, в результате которых была синтезирована новая структурная схема рычажного ударного механизма [4] (рисунок 1). В процессе работы при каждом обороте кривошипа 2 коромысло 4 совершает одно качание, ударяя при этом по инструменту 6 ударной массой 5, далее процесс повторяется.

Проведенные исследования показали, что при использовании новой схемы ударного механизма генерируемые при работе динамические нагрузки по сравнению с существующей схемой снизились в 5 раз (рисунок 2), что приводит соответственно также и к снижению уровней создаваемой вибрации.

Результаты дальнейших исследований привели к тому, что были разработаны и другие структурные схемы новых ударных механизмов (рисунок 3). Необходимо отметить, что все три схемы ударных механизмов защищены патентами КР на изобретения [4-6].



1-стойка; 2-кривошип; 3-шатун; 4-коромысло; 5-ударная масса-противовес; 6-инструмент и 7-противовес.

Рисунок 1 – Структурная схема нового ударного механизма с наибольшим шатуном

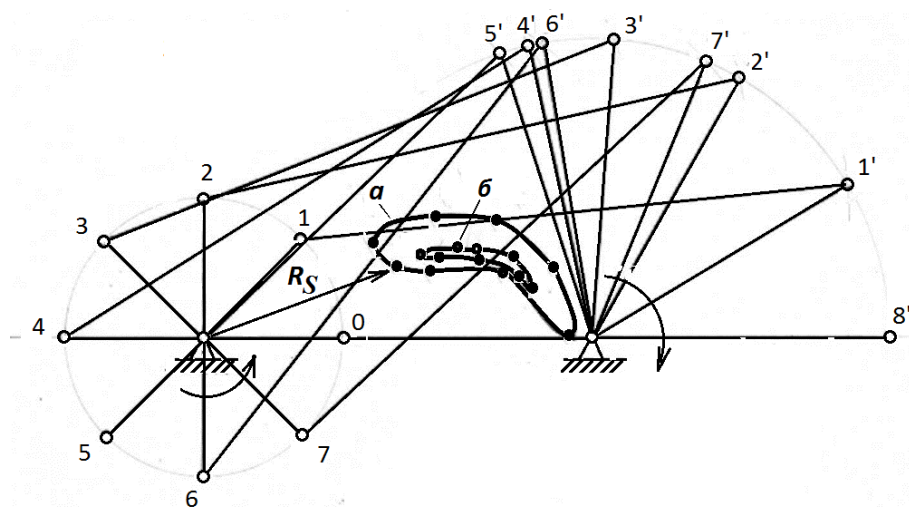
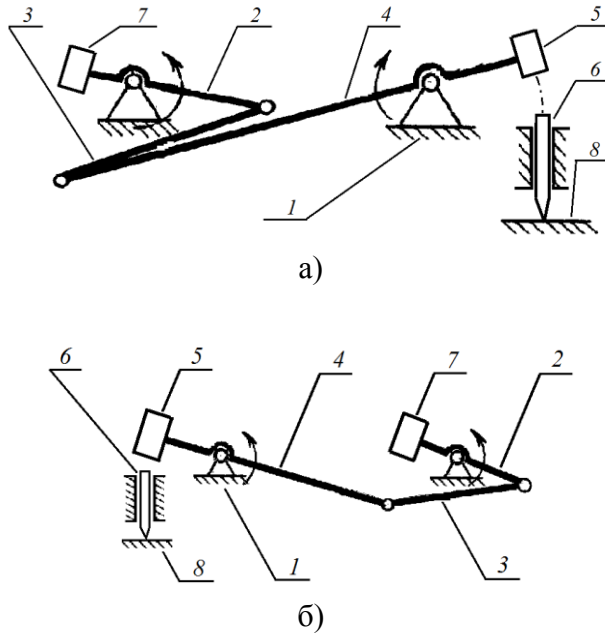


Рисунок 2 – Годограф RS радиус-вектора общего центра масс ударного механизма: а) существующий механизм; б) новый механизм

В настоящее время продолжают исследования по разработке и созданию ручных ударных машин на основе новых схем ударных МПС. Однако, несмотря на то, что были созданы различные машины

на основе МПС, до сих пор до конца не раскрыты все уникальные свойства МПС.



1-стойка; 2-кривошип; 3-шатун; 4-коромысло; 5-ударная масса-противовес; 6-инструмент, 7-противовес, 8-обрабатываемая среда.

Рисунок 3 – Новые структурные схемы ударных механизмов: а) с наибольшим коромыслом; б) с наибольшим межопорным расстоянием

В связи с чем в настоящее время продолжают работы с целью раскрытия присущих только МПС достоинств и их внедрения в механизмы и машины других назначений, например, в станках-качалках для добычи нефти и других жидкостей.

Известно, что во всем мире более 70% объема нефти добывается механизированным способом, осуществляемым в основном станками-качалками различных видов и исполнения. Это связано с рядом положительных качеств, присущих станкам-качалкам (СК). Здесь необходимо отметить, что станки-качалки в основном расположены в отдаленных местностях, где очень сложные

условия эксплуатации из-за различных климатических условий (от вечной мерзлоты до жарких пустынь), и являются нефтедобывающим оборудованием больших масс и габаритов и др., что затрудняет их обслуживание и ремонт.

В нашей же стране практически почти 100% объема добываемой нефти обеспечивается только станками-качалками. Однако имеющийся в стране парк действующих станков-качалок не обновлялся с 90-х годов прошлого века при общепринятом мировом сроке эксплуатации подобного оборудования в среднем до 20 лет. При этом необходимая нефтедобывающая техника и оборудование в КР не производятся.

Соответственно новым направлением работ НИЛ “Импульс” стала разработка и исследование исполнительного механизма привода скважинного насоса на основе рычажных механизмов переменной структуры.

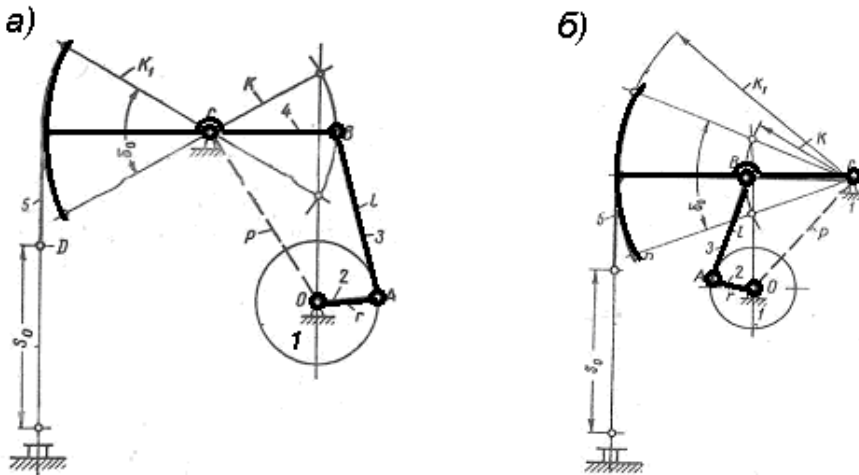
В нефтедобыче наибольшее распространение получили балансирные приводы с механической трансмиссией, в нефтепромысловой практике называемые станками-качалками (СК).

Механизм станка-качалки (рисунок 4) представляет собой шарнирно-четырёхзвенный кривошипно-коромысловый механизм.

Механизм станка-качалки работает следующим образом. Вращательное движение от приводного двигателя передается кривошипу 2, которое затем посредством шатуна 3 преобразуется в качательное движение коромысла-балансира 4. За счет геометрии головки балансира и гибкого звена 5 качательное движение балансира преобразуется в возвратно-поступательное движение штока (ТПШ), приводящего в действие находящийся в скважине плунжерный насос.

Отметим, что на практике встречаются два вида станков-качалок: с двуплечим и одноплечим балансиrom.

Причем отметим, что за последние 100 лет промышленной добычи нефти в мире конструкции станков-качалок практически не изменились и сегодня достигли своего предела.



1 - неподвижное звено (стойка); 2 - кривошип; 3 - шатун;
4 - коромысло-балансир; 5 - гибкое звено (подвеска штока
колонны насосных штанг); δ_0 - угол размаха балансира и S_0 -
длина хода точки подвеса штанг (ТПШ).

Рисунок 4 – Структурная схема станка-качалки:
а) с двуплечим балансиром; б) с одноплечим балансиром

Поэтому для повышения надежности и производительности станков-качалок, снижения затрат на их обслуживание необходимы новые решения.

Для этого разработаны и предлагаются новые структурные схемы станков-качалок на основе МПС.

Механизм станка-качалки (рисунок 5) работает следующим образом. При вращении кривошипа 2 движение через шатун 3 передается коромыслу-балансиру 4. При каждом обороте кривошипа 2 коромысло-балансир 4 совершает качательное движение и посредством канатной подвески 5 со штоком 6 колонны штанг приводит в действие находящийся в скважине глубинный насос (здесь не показано).

Для изменения режима откачки пластовой жидкости (производительности скважинного насоса) происходит плавное перемещение опоры 1а кривошипа 2 на некоторое расстояние Δl вправо или влево от базового положения (O^- или O^+), при этом плавно увеличивается или уменьшается угол качания коромысла-

балансира (т.е. длина рабочего хода штока), а соответственно и длина рабочего хода (производительность) глубинного скважинного насоса. Причем все это происходит при работающем двигателе.

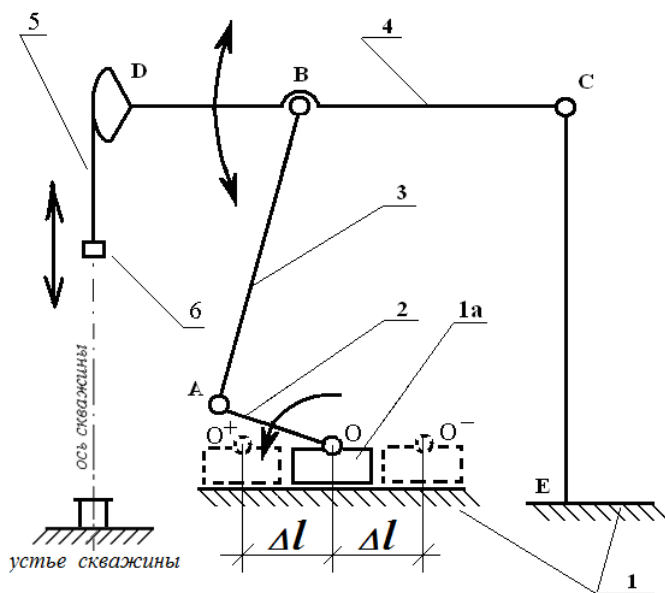


Рисунок 4 – Схема станка-качалки на основе МПС с одноплечим балансиrom

В результате этого сократится время простоев при регулировании длины кривошипа для изменения рабочего хода насоса и увеличится объем добычи за счет безостановочной работы установки.

Таким образом, в процессе преобразования движения происходит изменение: параметров стойки (неподвижного звена) - межопорного расстояния; закона движения выходного звена и числа кинематических пар. Причем без разрыва кинематической цепи механизма и остановки входного звена, т.е. предлагаемый механизм станка-качалки, согласно определению С. Н. Кожевникова [9], является также МПС. Отметим, что новые структурные схемы механизмов станков-качалок также защищены патентами КР на изобретения [7, 8].

Закключение. На основе разработанной структурной схемы исполнительного механизма СК разработан и изготовлен лабораторный образец исполнительного механизма СК на основе МПС. Который позволит провести анализ структурных и кинематических свойств исполнительного механизма, а также экспериментально проверить теоретические результаты.

Литература

1. Абдраимов С. Ударный механизм [Текст] / Абдраимов С., Абдраимов Э. С. – Патент ЕА №000370. – 1999.
2. Абдраимов С. Ударный механизм [Текст] / Абдраимов С., Джуматаев М. С. – Патент КР №12. – 1995.
3. Кошбаев А. А. Методы определения и снижения вибрации ручных ударных машин с механизмом переменной структуры [Текст]: Автореф. дисс...канд. техн. наук / Кошбаев А. А. – Бишкек, 2003. – 19 с.
4. Каримов А. Ударный механизм [Текст] / Каримов А., Кошбаев А. А., Эргешов Б. Т. – Патент КР №1704. – 2015.
5. Каримов А. Ударный механизм [Текст] / Каримов А., Абдраимов Э.С., Кошбаев А.А., Эргешов Б.Т. – Патент КР №1771. – 2015.
6. Каримов А. Ударный механизм [Текст] / Каримов А., Абдраимов Э. С., Кошбаев А. А., Эргешов Б. Т. – Патент КР №1772. – 2015.
7. Каримов А. Механизм станка-качалки [Текст] / Каримов А., Кошбаев А. А., Мавлянов М. М. – Патент КР №1570. – 2013.
8. Каримов А. Механизм станка-качалки [Текст] / Каримов А., Кошбаев А. А., Мавлянов М. М. – Патент КР №1694. – 2014.
9. Кожевников С. Н. Теория механизмов и машин [Текст]: Уч. пособие / Кожевников С. Н. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1973. – 592 с.