

УДК 621.01

**Исманов М.М.***д.т.н., проф. Кыргызско-Узбек. Межд. универ. им. Б.Сыдыкова,  
Кыргызская Республика***Пакирдинов Р.Р.***к.т.н., доцент Ошского технолог. универ. им. М. Адышева, Кыргызская Республика***Абсамат к. Г.***препод. Ошского технолог. универ. им. М. Адышева, Кыргызская Республика***КОЛ МЕНЕН ТАПТООЧУ МАШИНАЛАРДЫН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫН  
ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ**

*Бул жумушта кол менен таптоочу машиналардын конструкциялары изилдөөнүн предмети болуп саналат. Изилдөөнүн максаты болуп кол менен таптоочу машиналардын конструкцияларын талдоо эсептелинет. Изилдөөлөрдө машиналардын жана механизмдердин конструктивдик жана кинематикалык схемаларын талдоо усулдары колдонулган. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында кол менен таптоочу машиналардын конструкцияларынын өзгөчөлүктөрү, артыкчылыктары, кемчиликтери жана рационалдуу пайдалануу чөйрөсү аныкталган. Пневматикалык жана компрессордук - вакуумдук таптоочу машиналар өз алдынча кыймылга жөндөмдүү эместиги, бул операторлордун тез чарчашына алып келери көрсөтүлгөн. Жарылуу менен таптоочу машиналардын салмагы чоң сокку кубатына ээ экендиги, бирок жарылуу менен аракеттенген таптоодо кармап турганда операторго олуттуу таасир эткен күч анын тез чарчашына алып келери аныкталган. Кээ бир таптоочу конструкцияларда сокку агрегатынын тирөөчүнө өзү аракеттенүүнү жана динамикалык жүктөрдү азайтуу үчүн серпилгичтүүлүк катары пружинаны пайдалануу, айрыкча сезилерлик сокку ылдамдыгында иштегенде, машинанын ишенимдүүлүгүнө терс таасирин тийгизет. Жүргүзүлгөн талдоолордун негизинде кур менен кыймылды берүүчү өзгөрүлмө түзүлүштөгү механизмдин негизинде иштеген кол менен таптоочу машинанын жаңы конструкциясы сунушталган. Мындан аркы изилдөөлөрдүн милдеттери катары, жаңы ата мекендик кур менен кыймылды берүүчү өзгөрүлмө түзүлүштөгү механизмдин негизинде кол менен таптоочу машинанын математикалык моделин иштеп чыгуу жана конструкциясын жаратуу абзелдиги негизделген.*

***Негизги сөздөр:** кол менен таптоочу машина; конструктивдик схема; ургулоо ылдамдыгы; өзгөрүлмөлүү түзүлүштөгү механизм; кур менен өткөрүү.*

**ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ РУЧНЫХ ТРАМБОВОЧНЫХ МАШИН**

*В данной работе предметом исследования является конструкции ручных трамбовочных машин. Целью исследования является анализ конструкций ручных трамбовочных машин. Используются методы анализа конструктивных и кинематических схем ручных трамбовочных машин. В результате проведенных исследований определены преимущества, недостатки и область рационального использования существующих ручных трамбовочных машин. Выявлено, что пневматические и компрессионно – вакуумные трамбовочные машины характеризуются своей не мобильностью, что приводит к быстрому утомлению операторов. Взрывные трамбовки обладают большой ударной мощностью при одинаковом весе машин, но наличие значительной нагрузки у оператора при удержании трамбовки взрывного действия, приводит к быстрой его утомляемости. Определено, что использование пружины некоторых конструкциях трамбовочных машин для самопередвижения и снижения динамических нагрузок в опорах ударного узла неблагоприятно отражается на надежности машины, особенно при работе со значительной скоростью удара. Исходя из анализа конструкций трамбовочных машин, предложена новая конструкция ручной трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей. Сформулированы задачи дальнейшего исследования по разработке новой конструкции и созданию опытного образца ручной трамбовочной машины отечественного производства на основе механизма переменной структуры с ременной передачей.*

***Ключевые слова:** ручная трамбовочная машина; конструктивная схема; скорость удара; механизм переменной структуры; ременная передача.*

## DESIGN FEATURES OF MANUAL RAMMING MACHINES

*In this paper, the subject of research is the design of manual ramming machines. The purpose of the study is to analyze the designs of manual ramming machines. Methods of analysis of constructive and kinematic schemes of manual ramming machines are used. As a result of the conducted research, the advantages, disadvantages and the area of rational use of existing manual tamping machines have been identified. It is revealed that pneumatic and compression – vacuum ramming machines are characterized by their non-mobility, which leads to rapid fatigue of operators. Explosive rammers have a high impact power with the same weight of the machines, but the presence of a significant load on the operator when holding the rammer of explosive action leads to its rapid fatigue. It is determined that the use of a spring in some ramming structures as elasticity for self-movement and reduction of dynamic loads in the supports of the impact unit adversely affects the reliability of the machine, especially when working with a significant impact velocity. Based on the analysis of the designs of ramming machines, a new design of a manual ramming machine based on a variable structure mechanism with a belt drive is proposed. The tasks of further research on the development of a mathematical model and the creation of a new design of a manual ramming machine of domestic production based on a variable structure mechanism with a belt drive are formulated.*

**Key words:** manual ramming machine; design scheme; impact speed; mechanism of variable structure; belt drive.

Как известно, что при недостаточном уплотнении грунта и строительного-дорожных материалов между ними скапливается воздух и вода. Если их не убрать из грунта принудительно, то со временем эти составляющие начнут уходить самостоятельно. И мы получим крайне нежелательное явление - просадку. Из-за нее проседает фундамент, идут трещины на стенах, трескается дорожное покрытие, лопаются трубы в траншее.

Также процесс уплотнения усложняется наличием у малых искусственных сооружений и в траншеях различных труб подземных коммуникаций, не позволяющих развивать достаточные усилия, необходимые для достижения требуемой плотности. В связи с этим для сохранности подземных коммуникаций приходится уплотнять грунт слоями, толщина которых не превышает 20-30 см, машинами незначительного уплотняющего воздействия.

В таких условиях уплотнение грунтов производится преимущественно малогабаритными ручными трамбовками и опыт показывает, что объемы работ по уплотнению грунтов в стесненных местах весьма значительны, в целом они составляют значительного объема земляных работ.

В связи с вышеизложенным, возникает вопрос: какими трамбовочными машинами уплотнять грунт и другие сыпучие строительные материалы, в чем конструктивные отличия этих машин?

Следует отметить, что в промышленности применяются ручные трамбовочные машины с механическими, взрывными, пневматическими и компрессионно-вакуумными ударными механизмами, а также используются виброплиты с дебалансным вибровозбудителем. Каждая из перечисленных машин имеет свои преимущества, недостатки и области рационального применения.

В связи с этим анализ конструкций существующих ручных трамбовочных машин, совершенствование имеющихся конструкций и создание новых высокоэффективных их видов является одной из актуальных задач.

На рисунке 1 показано наиболее распространенный вид конструктивной схемы ударного механизма трамбовочной машины с линейной связью рабочего органа. Такие схемы используются в конструкциях трамбовочных машин фирмы Wacker (Германия).

Основными узлами трамбовочной машины являются: двигатель внутреннего сгорания или электродвигатель 1 (в зависимости от условия применения), одноступенчатый редуктор 10, кривошипно-шатунный механизм 8,9, подвижный цилиндр 7, верхний 6 и нижний пакет пружин 4, шток 3, трамбуемый башмак 2 и рукоятка управления 11.

Вращательное движение с помощью кривошипно-шатунного механизма через цилиндр 7 преобразуется в возвратно-поступательное движение. Нижняя головка шатуна 8 шарнирно связана с подвижным цилиндром 7, в котором размещены два пакета пружин 4 и 6, кинематически связанных со штоком 3. В нижней части штока 3 закреплен трамбуемый башмак 2. Пружины имеют предварительное натяжение с коэффициентом жесткости, обеспечивающее

постоянное соприкосновение их концевых витков с верхней головкой штока 3 и дном подвижного цилиндра 7 во время работы ударного механизма. При верхнем положении цилиндра, т.е. в верхней мертвой точке, сжимается верхний пакет пружин, а при нижнем положении, т.е. в нижней мертвой точке, сжатию подвергается нижний пакет пружин. Пружины работают с равномерной нагрузкой, но испытывают значительные напряжения из-за большого их предварительного натяжения, равного величине рабочей деформации пружин.

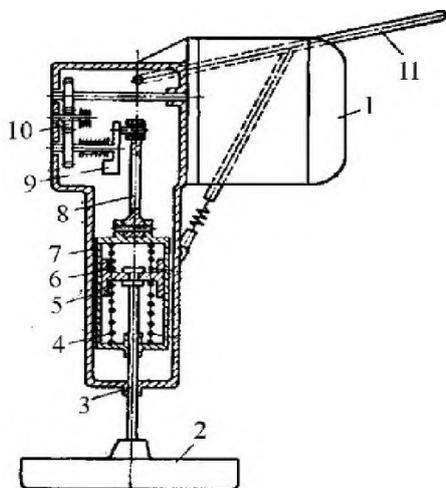


Рисунок 1 – Конструктивная схема ручной трамбовочной машины фирмы Wacker (Германия)

К тяжелым трамбовочным машинам относятся их конструкции взрывного типа (рисунок 2). Такие машины работают по принципу двухтактного двигателя внутреннего сгорания без предварительного сжатия горючей смеси. Такие трамбовочные машины при одинаковой общей массе обеспечивают большую, чем механическую, энергию удара благодаря большему

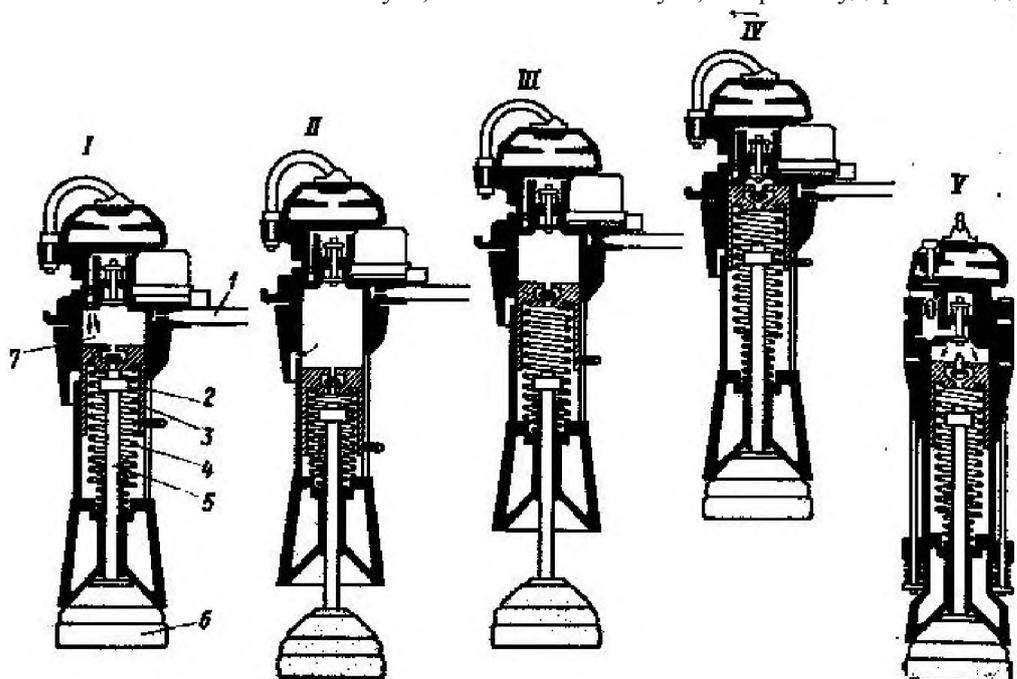


Рисунок 2 - Схема работы взрывной трамбовки:

I-воспламенение смеси топлива и воздуха запальной свечой; II-рабочий ход (движение корпуса вверх и сжатие пружин вследствие расширения сгоревшей смеси); III-отрыв уплотняющей пяты и начало продувки камеры сгорания, движения поршня вверх под действием сжатых пружин; IV-подскок и конец продувки; V- удар по грунту и зарядка смесью (трамбовка повернута на 90° вокруг вертикальной оси).

(до 0,5 м) подскоку.

При наклоне корпуса происходит подскок с одновременным перемещением трамбовочной машины в соответствующую сторону.

Недостатками такой конструкции трамбовочной машины являются:

- наличие значительной нагрузки у оператора при удержании трамбовочной машины взрывного действия, что приводит к быстрой его утомляемости (отскок до 0,5 м);
- взрывные трамбовочные машины работают на авиационном топливе или бензоле, которое ограничивает их применение из-за высокой стоимости горючего.

Принцип работы ручных пневматических трамбовочных машин основан на применении энергии сжатого воздуха, которая преобразуется в возвратно-поступательное движение поршня-бойка, нанося удар по торцу волновода, а волновод, в свою очередь, передает энергию в уплотняющую пятую и трамбует грунт.

Основным недостатком таких машин является низкий КПД, равный 8-16%.

Для повышения ресурса и удельных показателей ручных машин ударного действия российские научные и производственные организации, а также зарубежные фирмы разработали и внедрили в серийное производство трамбовочные машины, оснащенные компрессионно-вакуумным ударным механизмом. В этих машинах вместо пружины используется воздушная подушка, которая аккумулирует и передает энергию бойку.

Воздушная подушка позволила в 1,5-2 раза увеличить скорость удара бойка,

не вызывая при этом поломок промежуточного элемента, соединяющего боек с преобразовательным (кривошипно-шатунным) механизмом. Применение высокоскоростных ударных механизмов позволило уменьшить габаритные размеры в ствольной части машин и повысить их удельную ударную мощность.

Фирмы Bosh и Wacker (Германия), Black and Decker (Великобритания), Chicago-Pneumatic (США) занимаются серийным производством ручных трамбовочных машин с ударным механизмом и воздушной связью рабочего органа [1.2].

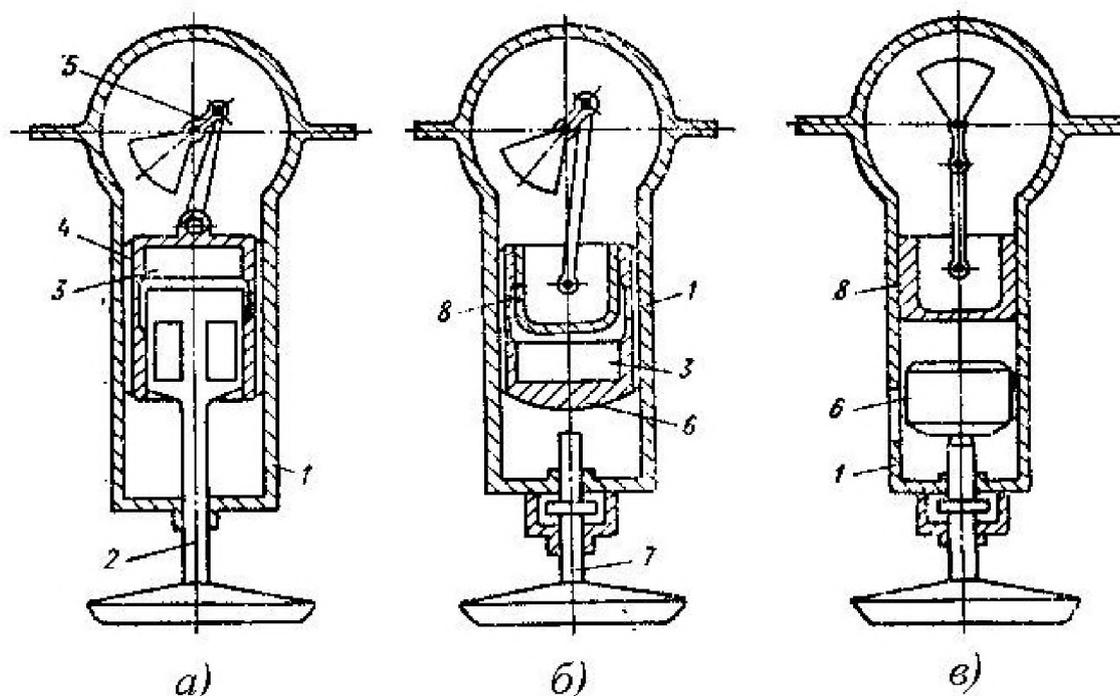


Рисунок 3 – Конструктивные схемы трамбовочных машин с компрессионно - вакуумным ударным механизмом: а - схема машины типа ИЭ-4501; б - схема машины фирмы Bosh (ФРГ); в - схема машины фирмы Skil (США).

Даугавпилсский завод «Электроинструмент» до недавнего времени выпускал электрические трамбовочные машины с компрессионно-вакуумным механизмом, массой 22 и 11 кг. На

рисунке 3, а представлена схема машины ИЭ-4501, у которой соединение трамбуемого башмака 2 и привода осуществляется посредством воздушной подушки, расположенной между верхним торцом поршня башмака 3 и дном подвижного цилиндра 4. Машина работает следующим образом: при вращении кривошипа 5 цилиндр движется возвратно-поступательно. При перемещении вверх над головкой поршня создается разрежение. Под действием разности атмосферного и остаточного давлений поршень-башмак 3 тоже перемещается вверх. Пройдя верхнюю мертвую точку, цилиндр начинает двигаться вниз, а поршень-башмак 3 вследствие сжатия воздушной подушки постепенно теряет скорость, останавливается и затем, устремляясь вниз, ударяет по грунту. Далее цикл повторяется. Эти трамбовочные машины с компрессионно-вакуумным ударным механизмом компактны и надежны в работе. Использование воздуха вместо пружин повысило их долговечность.

Недостатком машин данной конструкции является возможность оседания корпуса и необходимость поддержания трамбовки во время ее эксплуатации на определенном уровне от поверхности грунта. Это ограничивает возможности применения компрессионно-вакуумных механизмов в грунтоуплотняющих машинах.

Объясняется это тем, что трамбуемый орган после удара не подпрыгивает, поэтому башмак углубляется в уплотняемую среду и его приходится приподнимать и переставлять на новое место.

В современной вибрационной технике широко используется центробежный вибрационный привод. Основные схемы дебалансных вибровозбудителей, встречающихся в машинах для уплотнения грунта, приведены на рисунке 4.

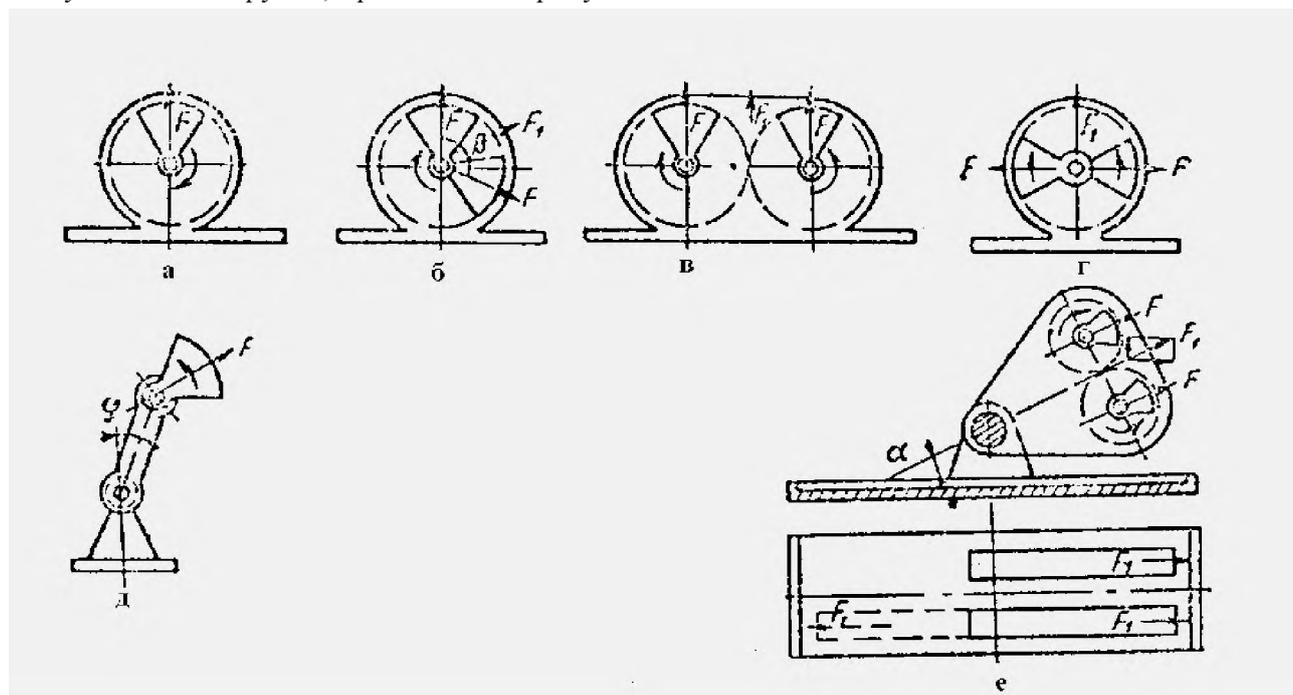


Рисунок 4 – Конструктивные схемы дебалансных вибровозбудителей:

а - простой с круговыми колебаниями; б - простой с круговыми колебаниями с регулируемой вынуждающей силой; в - двухвальный с направленными колебаниями; г - одновальный с направленными колебаниями; д - маятниковый; е - двухвальный направленного действия.

У одновального вибровозбудителя направленного действия (рисунок 4, г) дебалансы вращаются в разные стороны с одинаковой угловой скоростью. В этом случае геометрическая сумма центробежных сил дебалансов, равная вынуждающей силе, имеет одно направление. Вибровозбудитель маятникового типа (рисунок 4, д) при определенных условиях также создает направленные колебания. Он представляет собой одновальный вибровозбудитель, шарнирно прикрепляемый к опорной плите в виде маятника. Маятник, установленный под некоторым углом к вертикали, при колебаниях передает опорной плите составляющую вынуждающей

силы, неизменно направленную под тем же углом. Если маятник подвешен в центре качения, поперечная реакция в шарнире не возникает.

Самопередвижение виброплит может быть осуществлено также благодаря шарнирному закреплению корпуса вибровозбудителя на опорной плите. При такой конструкции корпус может быть наклонен под некоторым углом к поверхности опорной плиты (рисунок 4, е). При вертикальном положении оси корпуса вибровозбудителя вынуждающая сила будет направлена вертикально, и вибромашина не будет передвигаться в горизонтальном направлении.

Все виброплиты конструктивно очень близки и отличаются габаритами. На одноходных виброплитах устанавливают одновалный вибратор с круговыми колебаниями. Виброуплотняющие плиты с реверсом состоят из опорной плиты и устройства вибрации, которое изолировано от двигателя с помощью демпферов. Вращательное движение от двигателя к вибратору передается клиноременной передачей, а в последних моделях машин используется гидравлическая система.

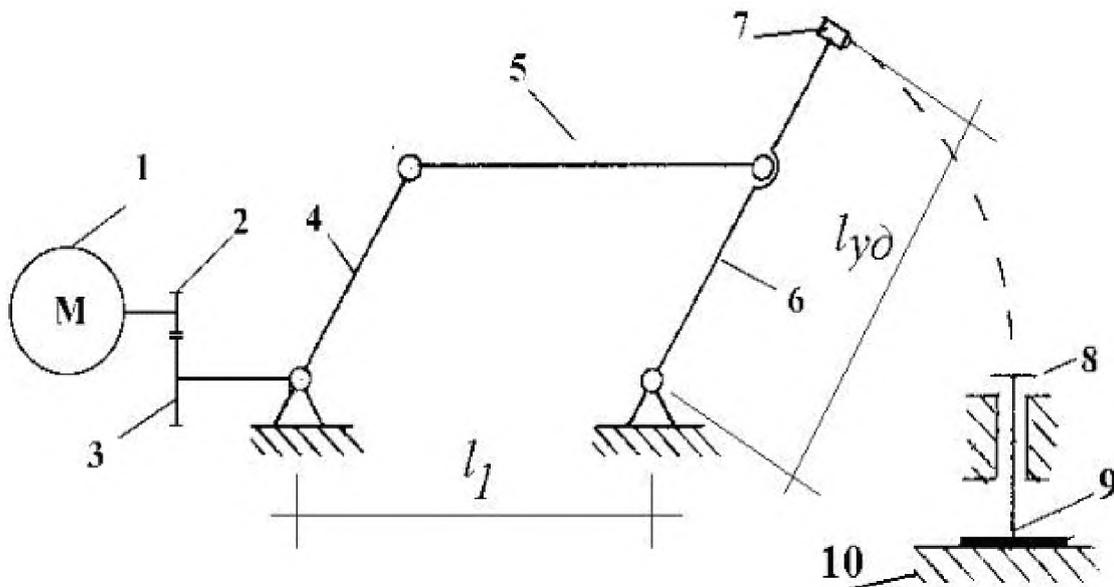
Производителями таких машин являются фирмы: «BOMAG», «WEBER», «AMMANN» (Германия), STOW, STONE (США), «NTC» (Чехия). Сейчас помимо зарубежных образцов виброплит можно приобрести и их российские аналоги: ОУ-60 и ОУ-

80 (Волгодонск), ДУ-90 (Рыбинск), ВП-3 (Саратов), УВ-100 (Пермь) и ВУ-1500 (Москва), фирм «Мотопром», «Росдортехника», а также Белорусского завода «Белдортехника» [1].

Основной недостаток виброплит с дебалансовым вибровозбудителем - недостаточная вынуждающая сила, так как увеличение вынуждающей силы вибровозбудителя приводит к большим центробежным усилиям и соответственно к перегрузке подшипников, которые установлены на валу дебалансов. В связи с этим эффективность этих машин обеспечивается за счет увеличения частоты ударов. Но для тяжелых и связанных грунтов эти машины непригодны [5].

Следует отметить, что в ударном узле в некоторых трамбовочных машинах функционируют пружины. Эти пружины используются для самопередвижения и снижения динамических нагрузок в опорах ударного узла, их наличие неблагоприятно отражается на надежности машины, особенно при работе со значительной (более 6 м/с) скоростью удара.

В плане решения вышеизложенных проблем, сотрудниками Института машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики проводятся работы по разработке и созданию новых совершенных конструкций ручных ударных машин с механизмами переменной структуры (МПС).



1-электродвигатель; 2- шестерня; 3- зубчатое колесо; 4-кривошип; 5-шатунь; 6-коромысло; 7-боек; 8-волновод; 9- башмак; 10-грунт.

Рисунок 5 – Кинематическая схема трамбовки грунта машинами с МПС

Принцип работы ручной трамбовочной машины на основе МПС состоит в следующем (рисунок 5.): при подключении электродвигателя 1, вращательный момент через ременную передачу 2,3 передается на кривошип 4. Вращательное движение кривошипа 4 с помощью шатуна 5 преобразуется в качательное движение коромысла 6. При выстраивании звеньев механизма в одну линию боек 7, вмонтированный в тело коромысла, производит удар по хвостовику волновода 8. Ударная волна через трамбуемый башмак 9 передается к уплотняемому грунту 10 [3,4,6]. При этом в момент выстраивания звеньев механизма в одну линию коромысло имеет наибольшую скорость, что служит одним из оснований при выборе данного механизма в качестве ударного [3,4,5].

Исходя из анализа конструкций и принципа работы этих машин следует отметить, что одним из необходимых условий для эффективной эксплуатации ручных трамбовочных машин является передвижение их в сторону рыхлого грунта. Использование МПС в ударном узле с центробежной силой качающегося коромысла, способствует перемещению ручной трамбовочной машины в сторону рыхлого грунта, что обеспечивает снижение усилия, прилагаемого оператором и улучшает условия труда.

В результате проведенного обзора и анализа конструкций существующих трамбовочных машин определены преимущества, недостатки и области их рационального использования. Выявлено, что пневматические и компрессионно – вакуумные трамбовочные машины характеризуются своей не мобильностью, что приводит к быстрому утомлению операторов. Взрывные трамбовочные машины обладают большой ударной мощностью при одинаковом весе машин, но наличие значительной нагрузки у оператора при удержании трамбовки взрывного действия, приводит к быстрой его утомляемости. Определено, что использование пружины некоторых конструкциях трамбовки в качестве упругости для самопередвижения и снижения динамических нагрузок в опорах ударного узла неблагоприятно отражается на надежности машины, особенно при работе со значительной скоростью удара. Основными недостатками вибротрамбовок с дебалансовым устройством – недостаточная вынуждающая сила, откуда эффективность использования этих машин обеспечивается за счет увеличения частоты ударов.

Таким образом, из анализа конструкций существующих трамбовочных машин выявлено необходимость разработки и создания новой конструкции ручной трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей. Сформулированы следующие задачи дальнейших исследований: 1. Разработка математической модели трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей; 2. Установление взаимосвязей силовых и режимных показателей процесса трамбовки от конструктивных параметров трамбовочной машины с учетом прочностных характеристик грунта; 3. Разработка методики выбора рациональных параметров трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей; 4. Разработка конструкции и создание опытного образца трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей; 5. Проведение стендовых испытаний опытного образца трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей.

#### **Выводы:**

1. На основе анализа конструкций существующих трамбовочных машин определены преимущества, недостатки и области их рационального использования. Выявлено, что пневматические и компрессионно – вакуумные трамбовочные машины характеризуются своей не мобильностью, что приводит к быстрому утомлению операторов. Взрывные трамбовки обладают большой ударной мощностью при одинаковом весе машин, но наличие значительной нагрузки у оператора при удержании трамбовки взрывного действия, приводит к быстрой его утомляемости;

2. Определено, что использование пружины в некоторых конструкциях трамбовочных машин для самопередвижения и снижения динамических нагрузок в опорах ударного узла неблагоприятно отражается на надежности машины, особенно при работе со значительной скоростью удара;

3. Предложена новая конструкция ручной трамбовочной машины на основе механизма переменной структуры с ременной передачей. Сформулированы задачи дальнейшего исследования по разработке новой конструкции и созданию опытного образца ручной трамбовочной машины отечественного производства на основе механизма переменной структуры с ременной передачей.

#### Список литературы:

1. Новые отечественные и зарубежные ручные и переносные электромеханические машины ударного действия. Центральный научно-исследовательский институт информации технико – экономических исследований по строительному, дорожному и коммунальному машиностроению. Обзор. - Москва, 1976.
2. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов [Текст] / Справочник; Под ред. В.А. Баумана, И. И. Быховского и Б.Г.Голдштейна. – М.: Машиностроение, 1970. - 548 с.
3. **Абдраимов, С.** Безмуфтовые прессы с механизмами переменной структуры [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук / С.Абдраимов. - Фрунзе, 1985.-32с.
4. **Абидов, А.О.** Динамика отбойного молотка с ударным механизмом переменной структуры. [Текст] / А.О.Абидов. – Б.: Илим, 2001. -115с.
5. **Быховский, И.И.** Основы теории вибрационной техники [Текст] / И.И. Быховский.- М.: Машиностроение, 1969.-320 с.
6. **Пакирдинов, Р.Р.** Разработка и создание ручных грунтоуплотняющих машин на основе механизма переменной структуры [Текст]: автореф. дисс. ... канд. тех. наук / Р.Р. Пакирдинов. – Бишкек, 2008. -19с.
7. **Касымбеков, С.Н.** Особенности конструкции опытного образца ударного механизма переменной структуры [Текст] / С.Н. Касымбеков // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2019. – №3. – С. 11– 17.
8. **Касымбеков, С.Н.** Лабораторные испытания перфоратора с ручным приводом [Текст] / С.Н. Касымбеков, М.М. Исманов, Б.М. Касымалиев, Т.Т. Толонбаев // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2021. – №2. – С. 5-13.
9. **Абидов, А.О.** Определение рациональных параметров звеньев электромеханического перфоратора с ударно-поворотным механизмом [Текст] / А.О. Абидов, О.М. Исманов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУМУ, 2021. – №1. – С. 16-25.
10. **Исманов, О.М.** Методика экспериментальных исследований электромеханического перфоратора с ударно-поворотным механизмом [Текст] / О.М. Исманов // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №1. – С. 48 – 52.

DOI:10.54834/16945220\_2022\_2\_5

Поступила в редакцию 02. 02. 2022 г.

УДК 622.33

**Шайдуллаев Р.Б.**

*к.т.н., доцент зав. лаб. ИПР ЮО НАН Кыргызской Республики*

**Касымбеков С.Н.**

*к.т.н., доцент Кыргызско-Узбекс. Межд. универ. им. Б.Сыдыкова,*

*Кыргызская Республика*

**Абдыкадыров Т.С.**

*науч. сотр. лаб. «Топлив. рес. и перераб. угля» ИПР ЮО НАН Кыргызской Республики*

## КЫРГЫЗСТАНДЫН ТӨМӨНКҮ СОРТТОГУ КӨМҮРЛӨРҮН КАЙРА ИШТЕТҮҮЧҮ ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ЖАБДЫКТАРДЫ АНАЛИЗДӨӨ

*Бул илимий эмгекте изилдөөнүн предмети болуп Кыргызстандын түштүк аймагындагы төмөнкү сорттогу көмүрдү кайра иштетүү жана жаңыртуу боюнча жарым коксу жана техникалык газдын алуу үчүн технологиялык жабдууларды талдоо болуп саналат. Термохимиялык процесс жүрүп жаткан пиролиздик түзүлүштөрдү колдонуу менен тааш жана күрөң көмүрдү кайра иштетүү боюн-*