

УДК 621.01

АСИНХРОНДУК ЭЛЕКТР ИШТЕТКИЧТҮҮ ӨЗГӨРМӨ СТРУКТУРАЛУУ
МЕХАНИЗМДЕРДИН ИШТӨӨ ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

Белеков Талайбек Эсембаевич- тех.и.к, доцент, ЖАМУ,
e-mail: tbelekov1962@mail.ru

Султаналиева Кумушай Кудайбердиевна- окутуучу, ЖАМУ,
e-mail: Sl_kumush.80@mail.ru

Аннотация: Асинхрондук иштеткичке жана урма механизмге айлануу термелүүлөрүнүн, ийилчээк валдын серпилгичтигинин таасири каралды. Ийилчээк валдуу урма балканын динамикасы анын чыгуу мүнөздөмөлөрүн жогорулатууга кабыл алынган ыкмаларды эске алуу менен изилденди.

Түйүн сөздөр: өзгөрмө структуралуу механизм, сокку механизми, айлануучу термелүү, серпилгичтик, ийилчээк вал, урма балка.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ С
АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Белеков Талайбек Эсембаевич- к.т.н., доцент, ЖАГУ,
e-mail: tbelekov1962@mail.ru

Султаналиева Кумушай Кудайбердиевна- преподаватель, ЖАГУ,
e-mail: Sl_kumush.80@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены влияния крутильных колебаний и упругость гибкого вала на работу ударного механизма и асинхронный привод. Исследована динамика отбойного молотка с гибким валом с учетом принятых способов повышения его выходных характеристик

Ключевые слова: механизм переменной структуры, ударный механизм, крутильное колебание, упругость, гибкий вал, отбойный молоток.

FEATURES OF THE WORK OF VARIABLE STRUCTURE MECHANISMS WITH AN
ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

Belekov Talaipek Esembaevich – Ph.D., Associate Professor, JASU,
e-mail: tbelekov1962@mail.ru

Sultanalieva Kumushai Kudaiberdievna - teacher, JASU,
e-mail: Sl_kumush.80@mail.ru

Abstract: The effects of torsional vibrations and the elasticity of the flexible shaft on the operation of the shock mechanism and asynchronous drive are considered. The dynamics of a jackhammer with a flexible shaft is investigated taking into account the accepted methods for increasing its output characteristics

Keywords: variable structure mechanism, percussion mechanism, torsional vibration, elasticity, flexible shaft, jackhammer.

Со времен развала Советского Союза в Институте машиноведения и в Инженерной Академии Кыргызской Республики параллельно начало развиваться новое направление в теории механизмов и машин, основе которых созданы разновидности ручных ударных машин различного назначения.

Они выгодно отличаются от других машин аналогичного назначения простотой конструкции и легкостью в обслуживании, высоким коэффициентом полезного действия,

дешевизной, не требуют компрессорных или гидравлических станций. Результаты лабораторных и промышленных испытаний показывают, что для доведения машин до промышленных образцов и серийного выпуска необходимо решить проблемы повышения прочности и долговечности элементов машин и в первую очередь – элементов ударной системы, которые испытывают наибольшие динамические нагрузки. Предметом данного исследования является ударный узел электромеханического отбойного молотка с гибким валом на основе ударного механизма переменной структуры. Ударный узел отбойного молотка представляет собой шарнирно-четырёхзвенный механизм переменной структуры. В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с изучением опорных реакций, возникающих на опоре коромысла-бойка ударного механизма отбойного молотка и влияние гибкого вала на работу ударного механизма [1].

Эти исследования были направлены на выявление взаимосвязи геометрических и кинематических параметров элементов ударного механизма с работой гибкого вала и на определение параметров элементов ударного механизма.

С целью проверки достоверности полученных теоретических результатов, проведение экспериментальных исследований является необходимой. С этой точки зрения ставились следующие задачи:

- исследование характеристик электродвигателя при работе отбойного молотка с гибким валом;
- определение амплитуды возникающих ударных нагрузок, длительности удара и времени между ударами;
- оценка действующих нагрузок на ось коромысла-бойка в одном цикле.

Для экспериментальных исследований отбойных молотков разработаны методика проведения эксперимента и экспериментальный стенд (рис. 1). Экспериментальный стенд состоит из отбойного молотка 1, датчиков Холла 2, трехфазного ваттметра 3, усилителя сигналов 4, шлейфового осциллографа 5, избирателей пределов 6. На экспериментальном стенде определяются фактически потребляемая мощность электродвигателя, угловая скорость электродвигателя и реактивная сила на оси коромысла-бойка ударного механизма вызванная ударной волной [2,3,7].

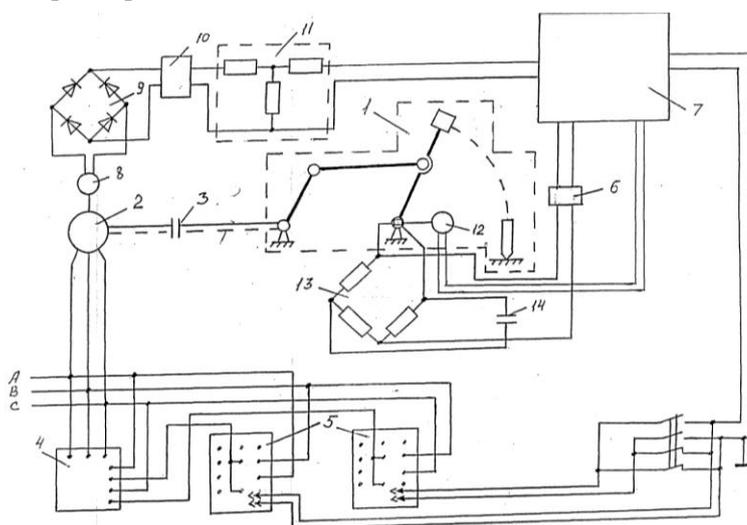


Рис. 1. Экспериментальный стенд

В качестве регистрирующей аппаратуры используется светолучевой осциллограф Н 117 с комплектом К121. При работе отбойного молотка необходимо определить фактически потребляемую мощность электродвигателем т. е. при включении отбойного молотка, при ударе и при отключении. Кроме этого необходимо определить, как изменяется мощность за один цикл в ударном процессе. Для решений этой задачи

применяется трехфазный ваттметр и преобразователь Холла. Сигнал снимаемый с датчиков Холла регистрируется светолучевым осциллографом 7 типа Н 117. Для повышения достоверности результатов показаний датчиков, необходимо каждому датчику выбрать соответствующий гальванометр шлейфового осциллографа по рабочим параметрам. С этой целью необходимо подобрать гальванометры по рабочей частоте, согласовать выходы датчика с входом гальванометра, а также устанавливать отсутствие автоколебаний гальванометра при подаче постоянного сигнала. Сигнал снимаемый с датчика Холла через избирателя Р009 передается шлейфовому осциллографу (тип К121). Для регистрации потребляемой мощности электродвигателем применяется гальванометр типа МО10-004 [6].

Измерение угловой скорости электродвигателя производится тахогенератором 8. Угловая скорость ротора электродвигателя 2 с помощью тахогенератора 8 типа Д-205 преобразуется в электрический сигнал, который затем выпрямляется диодным мостом 9 и через фильтр 10 передается светолучевому осциллографу 7 типа Н 117.

Для регистрации волн деформаций применяется тензодатчики с базой 20 мм и сопротивлением 200 Ом. Датчики наклеиваются на диаметрально противоположные стороны оси коромысла и включаются на диаметрально противоположные стороны оси коромысла и включаются поочередно в одно и в разные плечи измерительного моста. Балансировка моста осуществляется с помощью магазина сопротивлений типа МСР-64. Для усиления сигналов тензодатчиков применяется блок-усилитель осциллографа С8-12, имеющий полосу пропускания от 0 до 20 кГц и коэффициент усиления до 1000. Для регистрации волн деформаций на оси коромысла отбойного молотка в осциллографе применяется гальванометр типа МО14А-1200. Сигнал снимаемый с мостовой схемы 13 усиливается усилителем 6 и через комплект К121 содержащий избирателей предела Р009, Р010 и калибратора ПО29 регистрируется шлейфовым осциллографом 7 типа Н117.

Мостовая схема питается от аккумулятора 14 типа КН-45. В процессе работы отбойного молотка ось коромысла деформируется вместе с тензодатчиками, в результате чего нарушается равновесие мостовой схемы и в измерительной цепи появляется ток, который подается к гальванометру МО14А осциллографа Н117.

Для исследования характеристик электродвигателя при работе отбойного молотка с гибким валом, положение коромысла фиксировались, чтобы установить момент удара. Для того, чтобы фиксировать положение коромысла, коромысло крепилось к оси жестко и ось вращалась вместе с коромыслом. На оси был установлен тахогенератор 12 как показано на схеме (рис. 1).

Диаграммы скорости электродвигателя, потребляемой мощности электродвигателя и движения коромысла представлены на рис. 2. В диаграмме: 1 – нулевая линия; 2 – сигнал разгона электродвигателя; 3 – сигнал от датчика Холла; 4 – сигнал, полученный от тахогенератора, установленного на коромысле. Из диаграмм можно определить разгон электродвигателя до установившегося процесса, фактически потребляемую электродвигателем мощность, в момент включения и в последующие моменты, частоту ударов, потребляемую мощность при ударе. В момент включения отбойного молотка электродвигатель начинает закручивать гибкий вал и когда происходит первый удар значение угловой скорости составило $n=500$ об/мин, во время второго удара значение угловой скорости составило $n=800$ об/мин, во время третьего удара $n=1050$ об/мин, во время четвертого удара $n=1350$ об/мин. Практически разгон электродвигателя происходит за $t=0,28$ секунд и наступает установившийся режим.

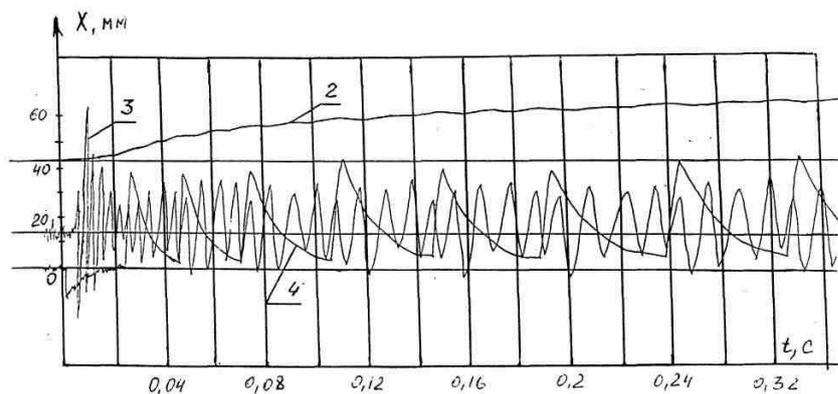


Рис. 2. Диаграммы угловой скорости электродвигателя 2, потребляемой мощности электродвигателя 3 и движения коромысла 4

Во время удара в среднем электродвигатель потребляет N-900 Вт, перед ударом N-1400 Вт, во время взвода коромысла N-1300 Вт, во время разгона коромысла N-1400 Вт и так цикл повторяется. В момент пуска электродвигатель потребляет мощность в пределах 3300 Вт.

При включении отбойного молотка гибкий вал закручивается на определенный угол, запасая при этом энергию. Этот процесс происходит в пределах 0,02 секунды. Затем происходит первый удар. Время первым и вторым ударами составляет 0,02 секунды из-за запасенной энергии гибким валом за время закручивания. Время вторым и третьим ударами составляет примерно 0,025 секунд. Время третьим и четвертым ударами составляет примерно 0,035 секунд и так дальше время между ударами увеличивается вследствие уменьшения запасенной энергии гибкого вала. Когда наступает установившийся режим время между ударами составляет в среднем 0,043 секунды. Наблюдается неравномерность отклонения в диаграмме движения коромысла для каждого цикла, потребляемой мощности электродвигателя и времени совершения ударов.

Диаграммы скорости вращения электродвигателя, фактически потребляемой мощности электродвигателя и продолжительности удара представлены на рис. 3, 4. В диаграммах: 1 – нулевая линия; 2 – сигнал от тензодатчиков; 3- сигнал от датчика Холла; 4 – разгон двигателя; 5 – сигнал от контактов.

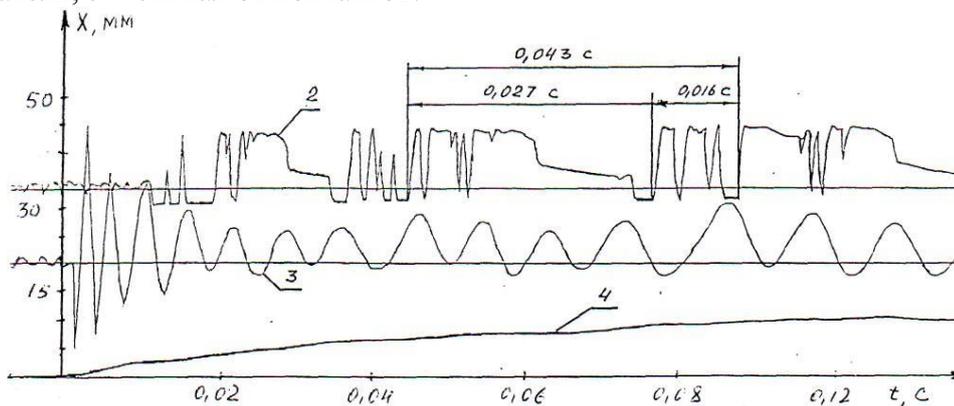


Рис. 3. Диаграммы усилия 2, потребляемой мощности электродвигателя 3, угловой скорости электродвигателя 4

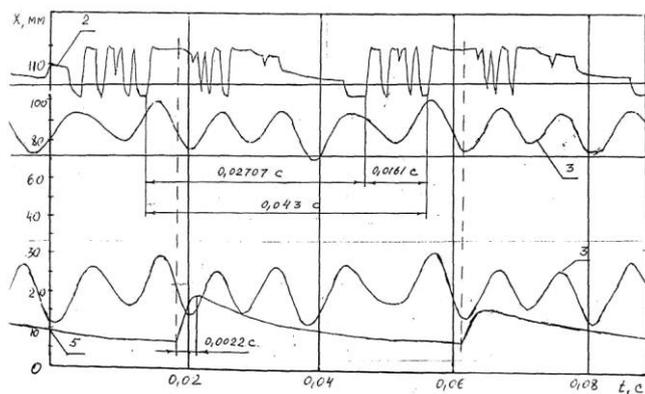


Рис. 4. Диаграммы усилия 2, потребляемой мощности электродвигателя 3 и контактов 5

Из диаграмм видно, что время одного цикла между ударами составляет 0,043 с, время взвода коромысла составляет 0,027 с и время разгона коромысла составляет 0,016 с. Продолжительность удара составляет 0,0022 с.

Сигналы от датчиков регистрировались при скорости лентопротяжного механизма шлейфового осциллографа, равной $V=5000$ мм/с, в интервале времени между отметками, равном 0,002 с. Согласно диаграмм представленной на рис. 4 видно, что двигатель в рабочем режиме потребляет мощность в пределах 1,1; 1,3 кВт, а между ударами 0,8; 1,0 кВт. Скорость электродвигателя в установившемся режиме составляет 1350 об/мин. В предупредный момент на опору коромысла-бойка ударного механизма отбойного молотка действуют постоянные силы реакции. После удара опора коромысла колеблется и происходит взвод коромысла. По мере взвода коромысла, нагрузка на опору уменьшается и доходит до минимума, когда коромысло полностью остановится.

Когда происходит обратный ход, т. е. разгон коромысла, на опору действуют знакопеременные нагрузки, происходит колебательный процесс опоры до предупредного момента. В предупредный момент на опору действуют постоянные силы реакции. Таким образом, цикл повторяется [4,5].

Экспериментальные исследования показывают, что на работу ударного механизма отбойного молотка существенное отрицательно влияние имеют возникшие крутильные колебания из-за закручиваемости и упругости гибкого вала. Удары коромысла-бойка по инструменту происходят в неровные промежутки времени, поэтому потребляемая мощность электродвигателя неравномерна в разных положениях коромысла-бойка. Вследствие крутильных колебаний гибкого вала, диаграмма движения коромысла описывает неодинаковые амплитуды. В результате этих отрицательных явлений, ухудшаются выходные характеристики отбойного молотка. Теоретические исследования по расчету возникающих нагрузок на опоре коромысла, проведенные в лаборатории ТММ являются достоверными.

На основании результатов экспериментальных исследований рекомендованы:

- уменьшить размеры поперечного сечения оси коромысла-бойка ударного механизма;
- проводить работы по отысканию способов использования энергии раскручивания гибкого вала для выполнения полезной работы;
- исследовать динамику отбойного молотка с гибким валом с учетом принятых способов повышения выходных характеристик отбойного молотка, описывающих движения системы.

Литература

1. Абдраимов С., Абидов А.О., Белеков Т.Э. Распределение энергии в отбойном молотке с гибким валом. //Вестник ИГУ, №3, 1999. – 197 сом С. 120 – 125.
2. Абдраимов С., Каримов А., Белеков Т.Э. Создание и экспериментальные исследования ударных механизмов на основе шарнирно-4-х звенных МПС. Сб. научных трудов Иماش. НАН КР, Бишкек: Илим, 2002.
3. Белеков Т.Э. Методика измерения активной мощности, потребляемой АД на электромеханическом отбойном молотке с ударным МПС. Мат. 2-й региональной научно-теоретической конференции «Современные проблемы науки, техники и образования», посвященной 2200 летию Кыргызской государственности, Жалалабат, 2003.
4. Белеков Т.Э., Алиев М.К., Ташиев З.К., Паязова Ж.Н. Расчет консольной оси коромысла-бойка отбойного молотка на основе МПС. Междунар.научно-практическая конф., посвящ. 90-летию О.Д.Алимова, Бишкек, 2013.
5. Белеков Т.Э., Алиев М.К., Ташиев З.К. Расчет двухопорной оси коромысла-бойка отбойного молотка на основе МПС. Известия ОшТУ, 2014.
6. Белеков Т.Э., Кошбаев А., Паязова Ж., Ташиев З.К., Алиев М.К. К вопросу тарировки тахогенератора электропривода ручных ударных машин. Вестник ЖАГУ, 2007/1.
7. Каримов А., Белеков Т.Э. Экспериментальный стенд для исследования потребляемой мощности ручного отбойного молотка. Сб.материалов международной научно-теоретической конференции «Ошский оазис на стыке континентов и цивилизаций». ОшТУ, Ош. 1999. – 90 с/с 86 – 87.