

К ВОПРОСУ О КОНСТРУИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ МАШИН УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

П. М. АЛАБУЖЕВ и О. Д. АЛИМОВ

Одной из возможностей значительного повышения экономичности бурильных молотков является создание различного рода электрических бурильных молотков, из которых в настоящее время наиболее перспективными являются молотки, работающие на электропневматическом принципе. Описание схем и конструкций, а также исследование рабочего процесса молотков этого типа освещено достаточно полно в литературе [1—14].

На Томском электромеханическом заводе (ТЭМЗ) был спроектирован и изготовлен ряд конструкций электропневматических отбойных и бурильных молотков, однако ни один из них пока не оказался равноценным по своей производительности и работоспособности современным пневматическим отбойным и бурильным молоткам.

В табл. 1 мы приводим основные технические характеристики электрических бурильных молотков, изготовленных в различное время ТЭМЗ. Для сравнения в таблице приведены также технические данные современных пневматических бурильных молотков ОМ-506 м и КЦМ-4 при работе с давлением воздуха 5 *ати*.

Как видно из табл. 1, основным и единственным преимуществом электрических бурильных молотков СПК-1, ПБР-1, ЗЭРГ-РБ, по сравнению с пневматическим, является значительно больший общий к.п.д. молотка (за счет устранения дополнительных потерь энергии в компрессоре и воздухопроводах, имеющих место при работе пневматическими бурильными молотками). Однако это преимущество электрических машин ударного действия не могло быть пока реализовано в практике ввиду значительного числа недостатков, из которых главными являются: недостаточная скорость бурения, отсутствие необходимой прочности деталей, а также недостаточная устойчивость в работе ударного и поворотного узлов.

На основании знакомства с материалами по изготовлению и испытанию электрических бурильных молотков на ТЭМЗ и проведенных нами исследований мы пришли к следующим выводам:

1. Основной причиной неудач в создании электропневматических бурильных молотков является отсутствие достаточно разработанной теории и методов для расчета рабочего процесса и выбора основных параметров этих машин. Вследствие этого машины создавались без достаточных теоретических обоснований.

2. Стремление сделать электропневматический бурильный молоток обязательно легким (ручным) ограничивало вес, а следовательно, и мощность электродвигателя, энергию и число ударов. Для создания электропневматического бурильного молотка, равноценного по основным показателям (энергии и числу ударов, скорости бурения) современным ручным пневматическим бурильным молоткам, необходимо снабдить его электродвигателем мощностью 3—5 *квт*. Если принять во внимание, что вес

Таблица 1

№ п.п.	Показатели	Б у р и л ь н ы е м о л о т к и				
		Э л е к т р и ч е с к и е			П н е в м а т и ч е с к и е	
		СПК-1	ПБР-1	ЗЭРТ-РБ (1938 г.)	ОМ-506 м	ЦКМ-4
1	Тип молотка	колонковый	ручной	ручной	ручной	колонковый
2	Вес молотка, кг	57	23	—	29,5	38
3	Энергия удара ¹⁾ , кг.м.	$\frac{1,94}{1,65}$	$\frac{25,5}{—}$	$\frac{—}{1,38}$	3÷6,5	5,3÷6,0
4	Число ударов в мин.	1450	1350	930	1500÷1850	1800
5	Мощность на бойке, квт	0,39	0,495	0,21	0,77÷1,96	1,57÷2,65
6	Расход мощности из электросети, квт	$\frac{1,8}{2,2}$	$\frac{0,98}{1,3}$	0,8	17,5	23,2÷38,6
7	к. п. д. молотка, %	17,7	38	26,3	15,6÷25	15÷18
8	Общий к. п. д., %	24	52	35,8	6,7÷11,2	6,7÷59,10
9	Скорость бурения, мм/мин	27	50,5	—	135÷380	282÷520
10	Принцип ударного узла	электро- механический	электропневматический		пневматический	
11	Характер привода поворота бура	непрерывный	прерывистый	прерывистый	прерывистый	
12	Основные недостатки, выявленные при испытании	малая производи- тельность, сложность изготовления, недо- статочная прочность	недостаточная прочность	неустойчивость рабо- ты ударного и пово- ротного узла, малая прочность, большой нагрев	—	—

¹⁾ В числителе показаны проектные данные, в знаменателе—опытные. Данные энергии и числа ударов пневматических бурильных молотков показаны при 4—7 атм.

такого электродвигателя будет равен 30—60 кг и, в свою очередь, в конструкции молотка он составляет около $\frac{1}{2}$ общего веса, то становятся ясными трудности создания на электропневматическом принципе легкого и высокопроизводительного ручного бурильного молотка. Уменьшение веса молотка за счет уменьшения веса отдельных деталей, а следовательно, и уменьшения их запаса прочности, при отсутствии данных о величине усилий, возникающих в деталях во время работы молотка, не приводит к нужным результатам. Молотки выходят просто непрочными и ввиду большого числа поломок во время предварительных испытаний часто даже не покидают территории завода. По данным ТЭМЗ, наибольшее число поломок при заводских испытаниях экспериментальных образцов электропневматических бурильных молотков относится к поломкам зубчатых колёс, шатунно-кривошипного механизма, поворотного механизма и корпуса молотка (в месте закрепления осей и валов).

Существенно лимитирующими величинами в части улучшения выбора параметров и повышения долговечности электроударных машин ручного типа являются отдача и нагрев машины. Вопрос о снижении отдачи, сравнительно легкого ручного молотка (весом 8—10 кг), при достижении энергии удара $A_6 = 3,5 \text{ кгм}$, представляет значительные трудности. Здесь, повидимому, необходимо отчасти уравновесить возвратно движущиеся массы и, кроме того, нужно ввести упругие элементы, поглощающие энергию корпуса машин [3].

В части нагрева молотка необходимо обратить внимание конструктора на выбор оптимального объема воздуха в гильзе между бойком и поршнем, исходя из положений термодинамики. За цикл работы молотка имеет место нагрев воздуха при сжатии и охлаждение при расширении, но все же превалирует нагрев. По нашим исследованиям [2], к.п.д. воздушной подушки порядка $\approx 85\%$. Помимо нагрева от сжимаемого воздуха имеет место нагрев от трущихся частей кривошипно-шатунного механизма. Общий к.п.д. молотка схемы ЗЭРТ в лучшем случае порядка $\approx 40\%$. Следовательно, 60% энергии уходит в тепло. Отсюда следует вывод: для уменьшения нагрева (перегрева) молотка нужен отвод тепла, то есть необходимо охлаждение—воздушное или водяное.

Нам кажется, что в настоящее время целесообразнее сосредоточить внимание на изготовлении надежного в работе мощного колонкового электропневматического бурильного молотка (по своим показателям равноценного пневматическому бурильному молотку типа КЦМ-4), где вопросы отдачи и нагрева хотя не теряют своей актуальности, но отходят на второй план, так как без особого труда можно ввести в систему упругие элементы, а также и водяное охлаждение с последующим использованием воды для промывки шнура; кроме того, проблема веса конструкции в этом случае не столь остра, как в ручном инструменте. На пути создания мощного бурильного молотка главное внимание необходимо уделить проблеме прочности, износоустойчивости и долговечности деталей. Нужно разработать технологию изготовления прочных и долговечных деталей, работающих в тяжелых условиях—переменных и ударных нагрузок.

Огромное значение приобретают натурные испытания отдельных узлов машины (включая и электродвигатель) и моделирование [4, 5, 8, 12].

На основании обширных экспериментальных и теоретических исследований рабочего процесса электропневматических машин ударного действия, проводимых в течение ряда лет в Томском политехническом институте и частично освещенных в работах [1—7], имеются данные для обоснованного выбора исходных параметров бурильной машины ударного действия. К числу исходных таких параметров относятся: энергия удара, необходимая для разрушения породы A_6 , угол поворота бура между ударами φ и усилие подачи машины на забой [8, 9]. Уместно отметить, что при ударно-враща-

тельном бурении в оптимальном режиме молотка вибрации корпуса молотка обязательно должны иметь место для возможности обеспечения зазора между лезвием бура и породой, что, в свою очередь, регулируется соответствующей силой подачи [8, 10].

В настоящее время больше перспектив имеется для создания мощных высокопроизводительных колонковых электропневматических бурильных молотков и особенно станков для ударно-вращательного бурения скважин большого диаметра, а также динамических стругов с активной кромкой с использованием удара. Для этих случаев возможно создать прочную и надежную в работе электропневматическую машину ударного действия с высоким к.п.д., которая в процессе эксплуатации действительно может окупить несколько увеличенную стоимость ее изготовления. Такие машины могут быть использованы для проведения капитальных работ, подготовительных выработок, при бурении глубоких скважин для блокового обрушения, а также на карьерных работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. А л а б у ж е в П. М. Исследование рабочего процесса электроотбойного молотка с упругой (воздушной) связью. Изв. ТПИ, т. 61, вып. 1, 1947.
2. А л а б у ж е в П. М. и Ю д и н И. П. Экспериментальное исследование электропневматического молотка. Тр. Зап.-Сиб. филиала АН СССР, вып. 8, 1950
3. А л а б у ж е в П. М. К вопросу о колебательном движении корпуса электроотбойного молотка с кривошипно-шатунным механизмом. Изв. ТПИ, т. 68, вып. 1, 1951.
4. А л а б у ж е в П. М. Применение теории подобия и размерностей к исследованию (моделированию) машины ударного действия. Изв. ТПИ, т. 73, 1952.
5. А л а б у ж е в П. М. и А л и м о в О. Д. Определение энергии удара в машинах ударного действия. Изв. ТПИ, т. 76, 1954.
6. А л а б у ж е в П. М. Применение графоаналитического метода расчета к исследованию рабочего процесса электропневматического молотка. Изв. ТПИ, т. 75, 1954.
7. А л а б у ж е в П. М., А л и м о в О. Д., Ц у к а н о в А. Г. О к.п.д. удара в бурильных молотках. Изв. ТПИ, т. 75, 1954.
8. А л а б у ж е в П. М. и А л и м о в О. Д. Влияние усилия подачи и угла поворота бура между ударами на скорость ударно-вращательного бурения шпуров. Изв. ТПИ, т. 75, 1954.
9. А л и м о в О. Д. Исследование механизма разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении и исходных параметров бурильных молотков. Автореферат. Томск, 1953.
10. А л и м о в О. Д. Влияние усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Изв. ТПИ, т. 75, 1954.
11. Б а т у е в Н. М. Электрические молотки. Сб. трудов ВНИИ Стройдормаш—Исследование машин и механизмов для строительных и дорожных работ, 1, Машгиз, 1950.
12. Б а т у е в Н. М. Энергетика электрических молотков и пути повышения их производительности. Сб. трудов ВНИИ Стройдормаш VI—Исследование вибраторов и электрических молотков, Машгиз, 1953.
13. К у ч е р о в П. С. Теория расчета электропневматических ударных инструментов. Сб. трудов института горного дела, № 2 (11), Изд-во АН УССР, 1952.
14. Ш м а р г у н о в К. Н. Электрические молотки, Машгиз, 1950.