

О ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ РЯДЕ РУЧНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МОЛОТКОВ

В. Ф. ГОРБУНОВ, В. И. БАБУРОВ

(Представлена кафедрой горных машин, рудничного транспорта и горной механики)

Многообразие работ, выполняемых с применением пневматических молотков, породило большое количество их типоразмеров. В разных отраслях промышленности и транспорта самостоятельно создавались и совершенствовались различные конструкции пневматических молотков. Наиболее крупными и практически по существу изолированно развивающимися категориями ручных молотков являются: а) малогабаритные клепальные (типа КМП) и чеканные; б) рубильно-клепальные типов МР, КЕ, Р и другие; в) отбойные; г) бурильные.

Каждая из этих категорий молотков имеет своеобразные тенденции развития и уровни их совершенства существенно отличаются. Это является следствием не столько ведомственного подчинения машиностроительных заводов, сколько важности выполняемых молотками работ и их удельного веса в общем объеме производства. Так, наиболее совершенные из пневматических молотков — отбойные и бурильные — используются на выполнении основных процессов в горной промышленности: проходке выработок и очистной выемке полезных ископаемых. Влияние работ на развитие всей горной промышленности очевидно. Рубильные же молотки используются при выполнении второстепенных производственных процессов, и, естественно, им уделялось меньше внимания. Координацией работ в области пневматических молотков до последнего времени никто не занимался.

Сравнивая ручные пневматические молотки по размерам и энергетическим характеристикам, можно разбить их на 9 основных групп (табл. 1). Технические характеристики отдельных групп молотков располагаются в более или менее пропорциональный ряд почти по всем показателям, приведенным в табл. 1. Исключение составляет частота ударов, значения которой изменяются в широких пределах почти для каждой группы.

В настоящее время в области пневматических молотков ведется подготовка и утверждение параметрических рядов, стандартов и типажей. Так, например, на пневматические отбойные и бурильные молотки типаж уже утвержден Госкомитетом по автоматизации и машиностроению при СМ СССР. За главный параметр отбойных и ручных бурильных молотков принят их вес [1, 2]. В типажах на телескопные и колонковые молотки [3] главным параметром является ударная мощность. Для

Таблица 1

Технические характеристики отечественных молотков

№ п/п	Группы молотков	Марки молотков	Энергия удара, кДж	Частота ударов в минуту	Вес, кг	Ударная мощность, л. с.	Расход воздуха, м³/мин.
1	Малогобаритные клепальные и чеканые	КМП, МЗС МР-4, МР-5, КЕ-16, РМ-35, РМ-55, РМ-75, Р-1, Р-2, ПМ-Д8, И-200, РПМЗ-2	0,2—0,8	1800—3000	до 4	0,1—0,3	0,1—0,5
2	Легкие рубильно-клевальные		0,85—1,5	1900—3500	4—8	0,4—0,7	0,7—1,0
3	Средние рубильно-клевальные	МР-6, И-300, И-400, КЕ-19, Р-3 и др.	1,5—2,5	1300—1700	5—9	0,5—0,7	0,8—1,2
4	Тяжелые рубильно-клевальные	КЕ-22, КЕ-28, КЕ-32	2,5—4,0	800—1200	9—12	0,6—0,7	1,0—1,2
5	Отбойные	МО-8, МО-10, ОМП-9, ОМП-10	3,5—5,0	900—1800	8—10,5	0,7—1,4	1,2—1,4
6	Ручные бурильные	ПР-13л, ПР-10	1,7—2,5	2500—3500	11—14	1,2—1,4	1,7—2,5
7	Бурильные с подержками	ПР-18л, ПР-19, ПР-22, ПР-24л, ПР-20	4,0—5,5	1800—3000	17—25	1,8—3,2	2,0—3,5
8	Бурильные углубочные	ПР-30л, ПР-35, ПР-30 к	5,0—7,0	1700—2200	22—31	2,0—2,4	3,0—3,2
9	Пневмолоты	ПЛ-1, МП-2	4—7	700—1200	18—35	1,0—2,0	1,8—3,0

клепальных молотков таким параметром служит диаметр заклепки. Ведется работа по составлению типажа на рубильно-клепальные молотки, где проектируется принять за главный параметр энергию удара.

По нашему мнению, такое многообразие главных параметров однотипных машин не может быть объективно обосновано и объясняется отсутствием надлежащей координации в работе организаций, составляющих типажи. Вероятно, было бы целесообразно с государственной точки зрения ввести в практику машиностроения единый типаж пневматических молотков различного назначения. Целесообразность внедрения такого типажа подтверждается следующими преимуществами.

В процессе разработки размерного ряда и типажа молотков будут выявлены наиболее прогрессивные конструктивные решения и данные по экономичности, технологичности и оптимальным энергетическим характеристикам отдельных типов молотков. Сравнение этих данных позволит выявить прогрессивные нормы и требования к молоткам различного назначения.

Производство молотков по единому ряду параметров и типу позволит снизить затраты на изготовление запасных частей и ремонт молотков ввиду большей унификации их деталей. Одновременно с этим создается возможность специализации машиностроительных заводов по выпуску однотипной продукции.

Унификация конструкций молотков различного назначения позволит применять одну и ту же машину для производства различных работ, что повысит эффективность использования молотков в мелко серийном производстве. Осуществление этого возможно при заводском изготовлении комплектов рабочих инструментов к молоткам, которые должны отпускаться по отдельным заявкам.

В данной работе излагается попытка составить размерный ряд ручных пневматических молотков, который мог бы лечь в основу разработки типажа.

С целью выбора показателя, который может лечь в основу параметрического ряда ручных пневматических молотков, проведем краткий анализ взаимозависимости параметров и связи их с конструктивным оформлением и режимами работы молотков. Требования к главному параметру ряда установлены в соответствующих инструкциях [4].

Вес молотка. При работе ручным механизированным инструментом вес его имеет существенное влияние на производительность рабочего. С точки зрения уменьшения физических нагрузок на рабочего, естественно, следует настолько возможно уменьшать вес молотка. Как известно, вес зависит от многих факторов, среди которых основное значение имеют диаметр и длина ствола, а также конструктивное оформление и количество основных устройств и механизмов (воздухораспределение, виброгасящее и пусковое устройство, крепление инструмента, рукоятки и т. д.). Размеры внутренней полости цилиндра определяются в зависимости от необходимых энергетических показателей молотка — энергии и частоты ударов, с учетом вибрационных характеристик. С этой стороны вес молотка является как бы производным показателем. Конструкция и размеры воздухораспределительных, пусковых и других устройств молотка выбираются исходя из возникающих нагрузок, зависящих от энергии и частоты ударов, а также удобства работы молотком и учета необходимых проходных сечений воздухопроводных каналов. Поэтому и в данном случае вес является производным от энергетических показателей и назначения молотка. Для некоторых групп молотков необходимо предусматривать в конструкции держатели для инструмента, поворотные устройства и т. п. В конструкциях других молотков эти

устройства отсутствуют. Более явно выражена зависимость веса молотка от усилия нажатия, которое необходимо прилагать к молотку для обеспечения нормального режима работы [9, 11]. В этой связи увеличение веса молотка является в некоторых случаях (работа молотком вниз) положительным фактором, снижающим физические усилия рабочего и вибрационное воздействие на его организм. Однако даже учитывая эту взаимосвязь, не находим основания для назначения веса молотка в качестве главного параметра ряда.

Энергия удара. Влияние энергии удара на производительность пневматического молотка, являющегося машиной ударного действия, очевидно. Эффективность всех без исключения работ, выполняемых с применением ручных молотков, зависит от правильного выбора этого параметра. При клепке заклепок энергия удара должна назначаться в зависимости от их диаметра и материала [5]. Применение молотков с малой энергией удара ведет к снижению производительности работ, а завышение энергии удара может вызвать нарушение технологического процесса, появление брака [6] или просто снижение эффекта использования пневмоэнергии и повышенную утомляемость рабочего. Производство обрубных работ с применением ручных пневматических молотков также требует выбора рациональной величины энергии удара. Подробно исследовано влияние энергии удара при бурении горных пород [7] и разрушении твердых материалов [8].

Во всех случаях выбор энергии удара является определяющим фактором производительности труда, износостойкости инструмента и веса молотка. Получение необходимой энергии удара возможно при выборе различных соотношений диаметра цилиндра и его длины (хода бойка) [11]. Причем, в целях увеличения ударной мощности молотка и уменьшения необходимого усилия нажатия желательно большую энергию удара получить за счет удлинения хода бойка, а не увеличения диаметра цилиндра. Это неблагоприятно отразится на весе молотка, хотя и целесообразно с энергетической и санитарно-гигиенической точек зрения. Как видно из табл. 1, располагать ручные пневматические молотки по группам, оцененным энергией удара, весьма логично и с точки зрения выполняемых молотками работ. Обобщая высказанное, считаем, что энергия удара может быть принята в качестве главного параметра ряда ручных пневматических молотков.

Частота ударов. Современные пневматические молотки имеют весьма широкий диапазон частот ударов (табл. 1). Как следует из экспериментальных исследований молотков различного назначения [5, 7], производительность молотков пропорциональна частоте ударов бойка по инструменту. В связи с этим в 1953—1956 годах в промышленности появилось много конструкций молотков с повышенной частотой ударов (так называемые высокочастотные молотки). Однако практика применения этих молотков не подтвердила целесообразности их выпуска ввиду увеличения заболеваемости рабочих вибрационной болезнью [10]. К тому же новые молотки не оснащались в то время соответствующими подающе-поддерживающими приспособлениями, в связи с чем их мощность не могла быть использована достаточно полно [11]. В результате, выпускаемые в настоящее время ручные пневматические молотки, а также планируемые к изготовлению, редко имеют частоту ударов выше 2500 уд/мин. Минимальная же граница частот ударов ручных молотков — 800—900 уд/мин — является следствием назначения возможно большей энергии удара без увеличения диаметра цилиндра. Такие молотки необходимы, например, для клепки заклепок диаметром 15—32 мм и более, дробления «негабаритов» горных пород, разрушения

мерзлых грунтов, дорожных покрытий (пневмоломы) и т. д. Очевидно, частота ударов может явиться одним из основных, но не главным показателем параметрического ряда ручных пневматических молотков.

Ударная мощность. Совокупность энергии и частоты ударов определяет мощность машины ударного действия. Зависимость производительности работ от величины ударной мощности молотка очевидна. Следует лишь иметь в виду, что использование получаемой мощности зависит от наличия соответствующих средств для подачи инструмента и всего молотка в направлении обрабатываемого объекта. Минимально необходимые усилия нажатия на молоток являются функцией его конструктивных и энергетических параметров, а стало быть и мощности [9]. Как видно из табл. 1, современные ручные пневматические молотки имеют мощность до 3 л. с. и выше. Ряд значений мощности по группам молотков в зоне рубильно-клепальных молотков неравномерный. Это объясняется необходимостью и целесообразностью при одинаковом диаметре цилиндра изготавливать молотки с различной энергией удара, например, молотки серий МР и КЕ. С технологической точки зрения такие серии молотков весьма желательны, так как унификация узлов и деталей достигает очень высокого процента (до 95%).

На основании выказанного, можно заключить, что ударная мощность — один из основных показателей размерного ряда ручных молотков, являясь функцией энергии удара и частоты ударов, не может быть рекомендована в качестве главного параметра ряда.

Расход воздуха, усилие нажатия, ж. п. д. молотков и другие данные технической характеристики являются производными от основных энергетических показателей, поэтому нецелесообразно проводить их оценку с точки зрения применимости в качестве главного параметра ряда.

Итак, подводя итог краткому анализу показателей ручных пневматических молотков, приходим к заключению, что наиболее обоснованным можно считать назначение энергии удара в качестве главного параметра их параметрического ряда.

Выбор значений главного и основных параметров ряда. При выборе значений энергии удара ручных пневматических молотков должны учитываться рекомендации комитета по стандартизации и нормализации оборудования, а также требования к молоткам, вытекающие из специфики выполняемых работ и технологии их изготовления.

Основные требования к параметрическому ряду можно сформулировать следующим образом.

1. Параметрический ряд должен иметь определенную, рационально подобранную последовательность числовых значений главного параметра молотков, соответствующих ряду предпочтительных чисел (ГОСТ 8032-56).

2. Параметрический ряд должен состоять из объективно минимального количества значений главного параметра, исключающего многообразие типоразмеров молотков, но удовлетворяющего потребности производства (по видам работ).

3. При выборе главного и основных параметров ряда необходимо предусматривать возможность максимальной унификации деталей и узлов ручных пневматических молотков.

Кроме указанных основных требований, предъявляемых к параметрическому ряду, необходимо иметь в виду еще его техническую и экономическую прогрессивность. Ряд не должен сковывать инициативы конструкторов в поисках наиболее перспективных решений, ограничивать

возможности повышения к.п.д. молотков, снижение их металлоемкости и т. д.

На основании основных требований к параметрическому ряду и результатов исследования рабочих процессов и конструкций ручных пневматических молотков представляется возможным составить рекомендации по количеству и значениям главного параметра (табл. 2). По нашему мнению, диапазон изменения энергии удара от 0,2 до 6,3 (8,0) кГм полно удовлетворяет потребностям многообразных работ, выполняемых ручными пневматическими молотками, а разбивка на 12 (11) интервалов не противоречит основным требованиям к ряду. Выбор определенного количества типоразмеров молотков внутри каждой категории (табл. 2) произведен с учетом как практической потребности,

Таблица 2

Параметрический ряд ручных пневматических молотков

№ п/п	Ряд предпочтительных чисел и значение энергии удара, кГм		Наименование категорий молотков и их распределение по главному параметру				
			клепально-чечканные	рубильно-клепальные	отбойные	ручные бурильные	пневмоломы
	R 10/3	R10					
1	0,2		+				
2	0,4		+				
3	0,8		+				
4		1,25		+			
5		1,6		+			
6		2,0		+			
7		2,5		+	+		
8		3,2		+	+	+	
9		4,0			+	+	
10		5,0			+	+	
11		6,3			+	+	+
12		8,0					+

выявленной нами при обследовании условий применения молотков [12], так и рекомендаций, действующих с 1961—1963 гг., типажей и стандартов на пневматические молотки [1, 2, 3].

Выбор и назначение величины основных параметров ряда необходимо, естественно, производить с учетом дополнительных требований, исходящих из специфики работ, выполняемых с применением молотков, санитарно-гигиенических условий труда рабочих, возможностей частичной механизации отдельных операций при работе молотком и т. п. Рассмотрим кратко предпосылки для выбора основных параметров предполагаемого ряда.

Частота ударов молотка. Как показано выше, большая частота ударов ручных пневматических молотков желательна с точки зрения увеличения производительности работ, но ограничивается в основном двумя обстоятельствами: вибрационной опасностью (верхний предел) и возможностью обеспечения необходимой энергии удара при ограниченном диаметре цилиндра молотка (нижний предел). Диаметр

же цилиндра, в свою очередь, связан с усилием нажатия, которое может обеспечить рабочий длительное время без переутомления. По нашему мнению, для ручных молотков в зависимости от характера выполняемых работ возможно допустить рабочие усилия нажатия в пределах, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Распределение молотков по величине усилия нажатия

№ п/п	Наименование молотков	Вид возможных поддерживающих приспособлений	Рабочее усилие нажатия, кг	Диаметр цилиндра, мм
1	Чеканные и рубильно-клепальные	Ручные поддержки (или без них)	до 15	до 30
2	Отбойные	Без приспособлений	до 25	до 38
3	Бурильные	Без приспособлений	до 25	до 45
		С пневмоподдержками	до 100	до 75
		С навесным грузом	до 75	до 65

Исходя из данных табл. 2 и 3 и пользуясь методикой расчета энергетических характеристик молотков по конструктивным размерам [1], мы определили пределы частот ударов молотков разных категорий (табл. 4). Как видно из табл. 4, максимальная частота ударов ручных молотков может лежать в пределах 2600—2700 уд/мин.

На основании проведенных нами исследований вибрации и рабочих процессов пневматических молотков различного назначения технически возможно создать молотки с характеристиками по табл. 4 и вибрацией в пределах действующих санитарных норм.

Вес молотка. Весовая характеристика ручных молотков имеет важное значение в практике их эксплуатации. Приведенные в табл. 4 веса молотков рассчитаны, исходя из анализа весовых и энергетических характеристик ручных пневматических молотков, изготавливаемых различными машиностроительными заводами. Расчет произведен с учетом прогрессивных соотношений металлоемкости молотков, их ударной мощности и конструктивных особенностей отдельных групп (наличие или отсутствие вспомогательных устройств для удержания инструмента, поворота его, удаления продуктов разрушения обрабатываемого материала и т. п.).

Расход воздуха. Выпускаемые в настоящее время пневматические молотки в зависимости от конструктивного исполнения имеют весьма различный общий расход воздуха и на единицу ударной мощности. При выборе величины параметра для предполагаемого ряда будем ориентироваться на среднепрогрессивные данные, выведенные из анализа характеристик лучших образцов молотков отечественного производства.

Предлагаемый параметрический ряд ручных пневматических молотков (табл. 4), по нашему мнению, может быть рекомендован для использования в качестве основы для разработки их единого типажа. Имеющиеся расхождения в значениях отдельных параметров предлагаемого ряда и данных типажей на разные категории молотков [1, 2, 3] невелики и объяснимы различным подходом к решению поставленной задачи. Назначение энергии удара в качестве главного параметра ряда, естественно, привело к отклонению от жесткого требования к весовым характеристикам молотков, что принято в типажах на отбойные молотки.

Предлагаемый параметрический ряд ручных пневматических молотков является более прогрессивным с точки зрения унификации и стандартизации выпускаемого оборудования, нежели отдельные стандарты на рубильные, клепальные, отбойные и бурильные (ручные) молотки. Кстати заметим, что данный ряд легко может быть продолжен в область телескопных и колонковых бурильных молотков и машин ударно-

Таблица 4

Значения главного и основных параметров параметрического ряда ручных пневматических молотков

Наименование молотков	Главный параметр, энергия удара, кГм	Диаметр цилиндра, мм	Частота ударов в минуту	Ударная мощность, л. с.	Расход воздуха, $\text{м}^3/\text{мин}$	Вес (ориентировочно), кг
Рубильно-клепальные и чеканные	0,2	16	2500	0,11	0,15	1,5—2,0
	0,4	16	2000	0,18	0,25	2,5—3,0
	0,8	25	1800	0,32	0,40	3,0—4,0
	1,25	30	1900	0,53	0,70	4,0—5,0
	1,6	30	1600	0,57	0,70	5,0—6,0
	2,0	30	1400	0,62	0,80	6,0—7,0
	2,5	30	1200	0,67	0,80	7,0—8,0
	3,2	30	950	0,68	0,80	8,0—9,0
Отбойные	2,5	38	1800	1,0	1,20	8 0
	3,2	38	1600	1,1	1,20	9,0
	4,0	38	1400	1,2	1,30	10,0
	5,0	38	1100	1,2	1,30	11,0
Бурильные*)	3,2	45	1600	1,1	1,30	12,0—14,0
	4,0	65/75	2300	2,0	2,50	17—20
			2700	2,4	3,00	
	5,0	65	2000	2,2	2,80	20—25
		75	2500	2,8	3,50	
	6,3	65	1700	2,4	3,00	25—30
		75	2200	2,8	3,50	
Пневмоломы	6,3	45	1100	1,5	2,00	17—20
	8,0	45	850	1,5	2,00	17—20

*) В числителе приведены данные для бурильных молотков „углубочных“, в знаменателе—для молотков с пневмоподдержками.

вращательного бурения. Такое соединение рядов принципиально однотипных машин целесообразно, но не входит в круг вопросов, решаемых в данной работе, и потому нами не рассматривается.

Выводы

1. Выпускаемые в настоящее время ручные пневматические молотки — рубильные, клепальные, отбойные и бурильные имеют в качестве главного параметра ряда типоразмеров соответственно вес, диаметр заклепки и вес машины.

2. Разнообразие параметров ряда однотипных молотков повышает затраты на изготовление запасных частей и ремонт, затрудняет унификацию деталей и узлов и специализацию машиностроительных заводов по выпуску пневматических машин ударного действия.

3. Проведенный анализ условий применения, результатов исследования рабочих процессов, вибрации и конструкций ручных молотков, а также изучение процессов разрушения обрабатываемых материалов позволили установить возможность создания единого параметрического ряда ручных пневматических молотков независимо от их назначения.

4. Установлено, что из всех показателей технической характеристики молотков наиболее приемлемым в качестве главного параметра единого ряда этих машин является энергия удара. Принятый диапазон изменения энергии удара от 0,2 до 8,0 кГм довольно полно удовлетворяет потребности многообразных работ, выполняемых молотками, а разбивка его на 12 интервалов не противоречит основным требованиям к ряду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Типаж пневматических отбойных молотков на 1961—1965 гг. Центральное бюро технической информации. Москва, 1962.
2. И. О. Кассациер, А. М. Кивман. Типаж на ручные пневматические перфораторы. ЦНИТЭИ Угля, Горные машины и автоматика, 10, 1963.
3. Перфораторы пневматические телескопные и колонковые. Проект ГОСТ. Госкомитет по стандартизации оборудования, М. 1963.
4. Инструкция по составлению типажей. Госкомитет по стандартизации. 1962.
5. С. А. Рычин. Пневматические инструменты. (Конструкция, эксплуатация и ремонт). Судпромгиз, 1953.
6. Г. И. Судакович, Д. И. Бернадский. Пневматический ручной инструмент. Машгиз, 1954.
7. О. Д. Алимов. О механизме разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении бурильными молотками. Известия ТПИ, том 75, 1954.
8. Л. И. Барон, Г. М. Веселов, Ю. Г. Коняшин. Экспериментальные исследования процессов разрушения горных пород ударом. Издание АН СССР, 1962.
9. О. Д. Алимов. Взаимосвязь усилия подачи с основными параметрами бурильного молотка. Известия ТПИ, том 108, Металлургиздат, 1959.
10. Е. Ц. Андреева-Галанина, Э. А. Дрогичина, В. Г. Артамонова. Вибрационная болезнь. Медгиз, 1961.
11. О. Д. Алимов, И. Г. Басов, Д. Н. Маликов, В. Ф. Горбунов. Бурильные машины. Госгортехиздат, 1960.
12. О. Д. Алимов, В. Ф. Горбунов, В. И. Бабуров. Потери, которых можно избежать. Экономическая газета, № 37 (110), от 14 сентября 1963 г.