ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 177 1971

О ДОПУСТИМОМ ВЕСЕ РУЧНОГО МЕХАНИЗИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА

В. И. ЕЛГАЗИН

(Представлена научными семинаром кафедры охраны труда и горного дела)

В различных отраслях промышленности для механизации сборочных, слесарных, монтажных, добычных, строительных, отделочных и т. п. операций широкое распространение получил ручной механизированный инструмент. Объясняется это тем, что его использование позволяет значительно повысить производительность ручного труда, снизить себестоимость работ, уменьшить утомляемость рабочего и поднять культуру производства. В настоящее время наша промышленность выпускает в год около 1 млн. единиц ручного механизированного инструмента. Однако технический уровень большинства этих изделий заставляет желать много лучшего. Несмотря на бурное развитие науки и техники, появление новых совершенных материалов, разработку прогрессивной технологии, некоторые модели механизированного инструмента выпускаются по 10—15 лет без существенного изменения конструкции. Такой инструмент имеет недопустимые весовые характеристики, неудовлетворительную и неудобную в эксплуатации конструкцию, неудачную по форме и внешнему виду.

Большим недостатком в работе над проектированием современного механизированного инструмента является недоучет так называемого «человеческого фактора». Обычно анализируется не система «человек — механизированный инструмент», а инструмент в отрыве от человека. Но функции элементов системы (человеческого и машинного) настолько тесно взаимосвязаны, что нельзя решить задачу совершенствования только за счет технического фактора. Совершенствовать систему — это значит совершенствовать все ее звенья в совокупности. Для инженера-конструктора, занятого проектированием механизированного инструмента, эта задача непосильна. Будучи хорошо знакомым с техникой, он не знает особенностей человека и, естественно, не может учесть их в своей работе.

Прежде чем проектировать машину для любой профессии, необходимо изучить эту профессию с психофизиологической точки зрения. Эту работу должен провести не конструктор, а соответствующие специалисты — физиологи и психологи труда, гигиенисты, но при обязательном участии в ней инженера-конструктора.

В настоящей статье мы остановимся только на одном, по нашему мнению, самом злободневном и еще нерешенном вопросе — вопросе о допустимом весе ручного механизированного инструмента. Рассмотрим этот вопрос на примере горных ручных электросверл, получивших очень широкое распространение в горнодобывающей промышленности.

Вес горных ручных электросверл отечественного производства за последние тридцать с лишним лет не изменился. Он равен 15—19 кг. Это видно из табл. 1. А сверл с податчиком — 20—26 кг. Если при этом учесть вес бурильной штанги и кабеля, подводящего к сверлу электроэнергию, то значение приведенных весовых характеристик увеличивается в среднем на 5—6 кг.

Таблица 1

Тип сверла	Год выпуска	Эффективная получасовая мощность, *квт*	Вес сверла, *кг*	Удельный вес, *кг/квт*
ЭБР-1	1932	0,55	16,0	29,1
ЭР-4	1938	0,9	15,6	17,3
ЭБР-6	1945	1,0	17,0	17,0
ЭБР-19Д	1953	1,2	19,0	15,8
ЭР-18Д	1960	1,4	16,4	11,7

За это же время эффективная мощность сверл возросла с 0,5 квт до 1,4 квт.

Новым проектом типажа запроектировано еще более мощное сверло — 1,6 квт (СЭГ16—1), т. е. наблюдается упорная тенденция роста мощности ручных электросверл при сохранении их веса неизменным, хотя целым рядом исследовательских работ доказано, что мощности сверл 0,9—1,0 квт вполне достаточны для работы и при дальнейшем совершенствовании ручных электросверл надо не увеличивать их мощность, а уменьшать вес.

Мощность двигателей зарубежных электросверл ниже, чем отечественных; весовые же характеристики примерно одинаковы. Это хорошо видно из табл. 2.

Таблица 2

Страна	Модель	Эффективная мощность, *квт*	Вес сверла, *гк*
ГДР	Дина-О	0,9	17,0
Польша	WE-7	0,9	14,8
США	GCH	—	19,5
Англия	525-DJR-700	1,10	16,3
ФРГ	E-47/1	0,80	16,0
Франция	PTM-37	0,9	18,0

Заводы-изготовители ручных электросверл при оценке прогрессивности новых конструкций используют показатели удельного веса. Из табл. 1 видно, что этот показатель действительно непрерывно улучшается. Объясняется это в основном тем, что показатель удельного веса электродвигателя всегда ниже, чем этот же показатель рабочей машины. Однако с улучшением показателя удельного веса степень утомления бурильщика не уменьшается. Не улучшаются и условия его работы. Универсальным показателем прогрессивности сверла должна быть производительность труда работающего им бурильщика и степень его утом-

ления. Таким образом, при оценке конструкций электросверл должно проводиться исследование степени утомления.

Учитывая, что бурильщик работает в исключительно сложных и неблагоприятных условиях труда, вес «ручного» инструмента, равный 20—30 кг (в комплекте с бурильной штангой и кабелем) является недопустимым. Об этом говорят отзывы бурильщиков, об этом же говорят и результаты нашей научно-исследовательской работы, выполненной по просьбе заводов-изготовителей ручных электросверл (Томского электромеханического им. В. В. Вахрушева и Конотопского «Красный металлист»).

Вопрос о диагностике утомления и по сей день остается очень сложным. Признаки снижения работоспособности в зависимости от характера работы могут быть самыми разнообразными. В одном случае это уменьшение количества работы, в другом — ухудшение качества, в третьем — изменение характера выполняемой работы. Однако только внешних признаков для диагностики степени утомления недостаточно. Учитывая ведущую роль центральнонервных механизмов в утомлении, при его диагностике необходимо использовать пробы, характеризующие процесс торможения, который представляет собой один из «органических» компонентов утомления. К таким методам относится определение времени сенсорно-моторной реакции, использование данных электроэнцефалограмм и биотоков мышц, методы, оценивающие состояние различных анализаторов, и т. д. В оценке тяжести работы большую помощь оказывает регистрация частоты пульса, кровяного давления, величины легочной вентиляции и энергетических затрат. В зависимости от характера работы решающими являются те или иные методы диагностики.

Экспериментальная работа по определению степени утомления бурильщиков в зависимости от условий работы и веса бурильной машины проводилась нами в условиях шахты и лаборатории. Определялась она путем хронометража производственной деятельности, определения «показателя статической выносливости», регистрации частоты пульса и скорости реакции.

«Показатель статической выносливости» является хорошим определителем степени утомления. Он представляет собой время, в течение которого исследуемый человек может выполнять статическую работу по поддержанию усилия, равного определенной доле замеренной максимальной силы. Определяется он с помощью специальных динамометров.

Этот показатель мы использовали для определения степени утомления бурильщиков в зависимости от их рабочей позы. За 1,5 часа непрерывной работы (среднее время на обуривание забоя) этот показатель при бурении верхних шпуров (сверло расположено над головой) уменьшается в среднем на 72,6% от исходной величины. Такое значение показателя характеризует очень тяжелый характер работы. Менее тяжела работа по бурению горизонтальных шпуров лежа (снижение показателя на 62%). Работа по бурению шпуров сидя или стоя на коленях, а также на уровне груди примерно одинакова по энергозатратам (снижение показателя на 54—58%). И наконец, наиболее легкой является работа стоя, с бурильной машиной, расположенной на уровне от колена до живота (снижение показателя на 35%). Однако это легкость относительная. Для сравнения приведем один пример: при работе в условиях конвейерного производства фабрики кожевенных изделий среднее снижение «показателя статической выносливости» за смену равно всего 19,4%.

Для определения степени утомления в зависимости от веса бурильной машины (различные весовые характеристики машин достигались

применением контргруза) использовался хронометраж трудовой деятельности и регистрация частоты сердечных сокращений.

Эти данные в виде графиков приведены на рис. 1 и 2. Они относятся к наиболее благоприятному случаю, когда бурильщик работает стоя, а сверло расположено на уровне живота.

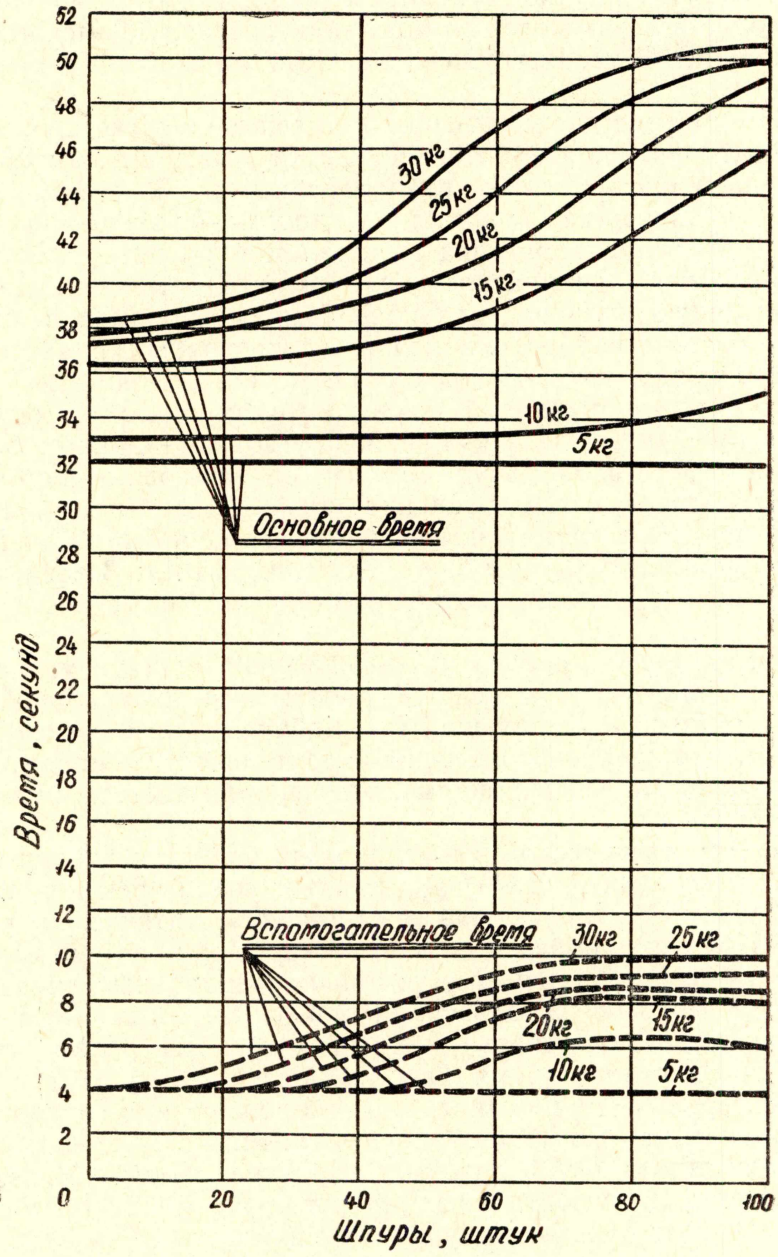

Рис. 1

На рис. 1 приведены зависимости основного и вспомогательного времени, затрачиваемого на один шпур, от количества пробуренных шпуров. С помощью этих зависимостей можно проследить за первыми признаками утомления и определить начало его прогрессирования. Из графиков видно, что при использовании электросверл весом 10 кг основное время бурения почти не изменяется. Это нормальные условия работы. При использовании сверл весом 15 кг картина меняется. Начиная с 40—

50 шпура, затраты основного времени на каждый шпур резко возрастают, что характеризует наступление значительного утомления.

В определении допустимого веса ручных электросверл большую помощь оказывают данные, характеризующие работу сердечно-сосудистой системы (частота пульса). Эта система при данном характере трудового

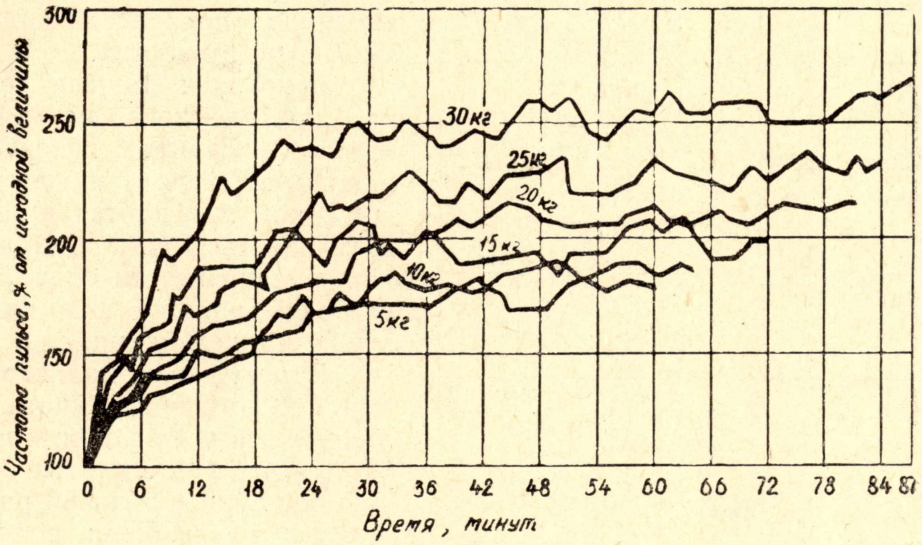

Рис. 2

процесса является одной из наиболее нагруженных. Данные (частота пульса), характеризующие работу этой системы в зависимости от различных весовых характеристик ручного электросверла, приведены на рис. 2. Степень тяжести работы определялась по методике М. В. Лейника. Суть этой методики заключается в следующем. За оценку степени тяжести работы берется степень напряженности наиболее нагруженной системы человека (в данном случае сердечно-сосудистой), а затем по табл. 3 определяется степень тяжести работы.

Таблица 3

Степень тяжести работы	Количественное выражение напряжения в % к верхнему пределу напряжения наиболее перегруженной системы
Очень тяжелая	81 — 100
Тяжелая	61 — 80
Средняя	41 — 60
Легкая	21 — 40
Очень легкая	20 и ниже

Для выражения напряжения в процентах к верхнему пределу напряжения наиболее перегруженной системы определяют процент прироста пульса к максимально возможному приросту. Величина максимально возможного прироста составляет 140 ударов в минуту.

Если воспользоваться графиком, приведенным на рис. 2, то при работе сверлом, имеющим вес 10 кг, прирост пульса от исходной величины составляет 46 ударов в минуту. Отнеся эту цифру к максимально возможному приросту, определим, что она составляет 32,8%. Таким образом, работа сверлом, имеющим такие весовые характеристики, в соответствии с табл. 3 характеризуется как легкая. При работе сверлом весом в 20 кг прирост пульса составляет 50,7%, а работа характеризуется

как работа средней тяжести. И наконец, при использовании сверл весом 30 кг (прирост 70%) работа характеризуется как тяжелая.

Приведенные графики, как это указывалось выше, соответствуют наиболее благоприятному случаю использования электросверл. При работе в других позах тяжесть работы возрастает. Об этом свидетельствуют данные по изменению «показателя статической выносливости».

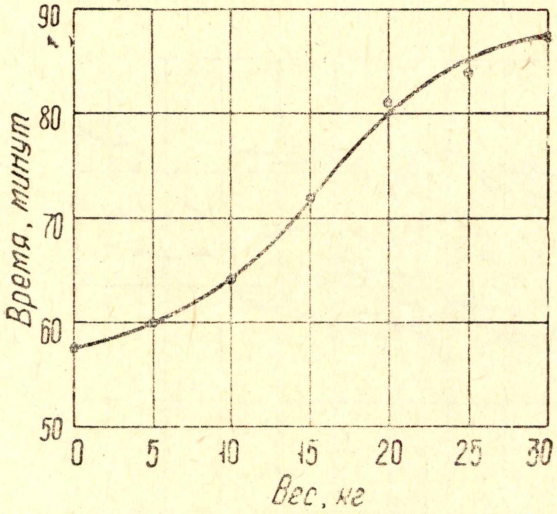

Рис. 3

Используя данные графика, приведенного на рис. 1, можно получить интересную закономерность, показывающую, как изменяется производительность труда бурильщиков в зависимости от веса бурильной машины. Эта зависимость приведена на рис. 3.

В результате полного объема исследований (учета различных поз, дополнительного утомления в остальные часы рабочей смены, условий работы и т. п.) нами были получены следующие данные по допустимому весу ручных электросверл: при работе в наиболее благоприятных условиях допустимым весом является вес 10—12 кг, а при работе в сложных горных условиях при неудобных рабочих позах — 6—8 кг.

В настоящее время приведенные весовые значения электросверл при необходимой мощности вполне достижимы. В первую очередь это возможно за счет перехода на питание двигателей электросверл токами повышенной частоты порядка 150—200 гц и широкого использования в конструкции электросверл в качестве конструкционного материала пластмасс.