

АНАЛИЗ РАБОТЫ БУРИЛЬНЫХ МОЛОТКОВ
НА ПНЕВМОПОДДЕРЖКАХ

И. Г. Басов

Проведенные нами исследования показали, что для наиболее целесообразного использования мощности молотков необходимо осуществлять бурение с определенными усилиями подачи. Для бурильных молотков, которые по весовой категории относятся к ручным, величины оптимальных усилий подачи при $p = 4-6$ ати находятся в пределах 48—140 кг [4].

Работая без каких-либо поддерживающе-подающих приспособлений, т. е. воспринимая вес молотка и подавая его на забой вручную, бурильщик в течение достаточно продолжительного времени может создать усилие подачи не более 25—30 кг [3]. Из сравнения этих величин с оптимальными значениями усилий подачи исследованных молотков видно, что для ручной работы пригодны бурильные молотки с мощностью, не большей, чем развивают машины ОМ-506 и ПМ-508 при $p = 4$ ати. Более мощные молотки, в том числе и высокочастотные, для ручной работы применять нецелесообразно.

Как показали проведенные нами шахтные испытания, бурение шпуров такими молотками, как РН-754 и Т-10, вручную не приводит к сколько-нибудь существенному увеличению производительности труда по сравнению с бурением молотками ОМ-506 и вызывает быстрое утомление бурильщиков. Вопрос о целесообразном применении высокочастотных бурильных молотков может быть решен только на основе анализа необходимых для них установочно-подающих приспособлений.

В настоящее время в практике эксплуатации бурильных молотков все большее распространение получают пневмоподдержки. Их широкое применение в горнорудной промышленности объясняется простотой конструкции и эксплуатации, а также незначительными затратами времени на установку в забое.

Следует отметить, что вначале пневмоподдержки создавались главным образом для поддержания молотка на определенной вы-

соте и лишь в последнее время после работ, заостривших внимание конструкторов на влиянии усилия подачи на скорость бурения [1—2], к пневмоподдержкам предъявляют требования по обеспечению необходимых усилий подачи [5].

До недавнего времени промышленность выпускала недостаточно совершенные пневмоподдержки и в малом количестве. В большинстве случаев пневмоподдержки изготавливались непосредственно на рудниках по предложениям рационализаторов. Изготавливаемые таким путем пневмоподдержки для одних и тех же молотков и условий их эксплуатации имели весьма различные параметры. Достаточно обоснованных рекомендаций по выбору параметров пневмоподдержек в литературе нет и до сих пор. Поэтому у эксплуатационников, а также и конструкторов нет ясного мнения не только по поводу необходимых параметров пневмоподдержек, но и вообще о целесообразности их применения. Если в горнорудной промышленности полностью перешли на бурение ручными молотками только с пневмоподдержек, то в угольной промышленности и при строительстве шахт значительная часть производителей недооценивает возможности этих устройств. В ряде случаев вместо применения пневмоподдержки предпочитают иметь дополнительного человека для помощи бурильщику в поддержании молотка и осуществлении его подачи в процессе бурения.

В связи с вышеизложенным остановимся на анализе эксплуатации ручных бурильных молотков на пневмоподдержках с целью обоснования наиболее целесообразной области применения пневмоподдержек и выбора их основных параметров для молотков различной мощности.

Как уже отмечалось выше, пневмоподдержка является устройством, предназначенным для одновременного поддержания бурильного молотка и создания усилия подачи в направлении бурения шпуров. Конструктивно пневмоподдержка представляет собой телескопическое устройство, состоящее из цилиндра и поршня со штоком (рис. 1). Опорной частью пневмоподдержки может служить или шток, или цилиндр, а в некоторых конструкциях предусмотрена возможность использования по мере необходимости в качестве опоры и того и другого. В последнее время заводы стали изготавливать в основном пневмоподдержки с опорным цилиндром, поскольку такая конструкция более удобна при ручной перестановке ее нижней опорной части.

Схема работы бурильщика с молотком, установленным на пневмоподдержке, заключается в следующем. После соединения поддержки с молотком и подключения воздухопроводного и водопроводного шлангов молоток поднимается на высоту заложения шпура (горизонтального). При этом пневмоподдержка устанавливается под некоторым углом к горизонту, для чего в случае необходимости ее предварительно несколько раздвигают сжатым воздухом, подаваемым в цилиндр. Величина раздвигающего

усилия пневмоподдержки устанавливается из расчета обеспечения некоторого поддержания молотка и создания небольшого усилия подачи, необходимого для забуривания. Забуривание осуществляется коротким буром. Дальнейшее бурение ведется или одним буром на всю глубину шпура, или комплектом буров. В процессе бурения шпура бурильщик регулирует раздвигающее усилие, поддерживает всю установку от смещения в сторону и по мере необходимости переставливает опорную часть поддержки.

Для того чтобы бурильный молоток работал на пневмоподдержке без приложения бурильщиком дополнительного усилия в направлении бурения шпура, она должна иметь устройство, обеспечивающее получение необходимого раздвигающего усилия R (рис. 1), позволяющего прежде всего поддерживать всю уста-

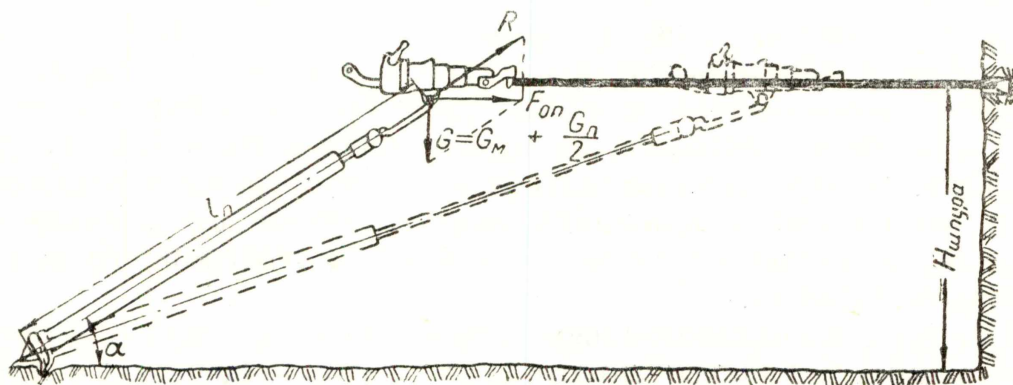


Рис. 1. Схема установки бурильного молотка на пневмоподдержке.

новку на уровне высоты заложения шпура. Если допустить, что вес пневмоподдержки равномерно распределен по ее длине, а вес бура не оказывает существенного влияния на величину раздвигающего усилия, то оно должно выбираться из условия обеспечения вертикальной составляющей

$$G = G_m + \frac{G_n}{2}, \quad (1)$$

где G_m — вес молотка, кг;

G_n — вес пневмоподдержки, кг.

Кроме того, величина R должна обеспечивать работу бурильного молотка на оптимальном режиме, т. е. в направлении бурения шпура должна действовать сила, равная оптимальному усилию подачи $F_{оп}$. При бурении горизонтальных шпуров оно будет равно

$$F_{оп} = G \operatorname{ctg} \alpha = \left(G_m + \frac{G_n}{2} \right) \operatorname{ctg} \alpha. \quad (2)$$

Из этого выражения видно, что усилие подачи, которое должна развивать пневмоподдержка, зависит от ее веса и веса молот-

ка, а также от угла наклона пневмоподдержки к горизонту α . Для определенных весовых характеристик молотка и пневмоподдержки оптимальное усилие подачи может быть обеспечено при углах наклона поддержки к горизонту, которые можно найти из выражения

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{2G_{\text{м}} + G_{\text{п}}}{2F_{\text{оп}}}. \quad (3)$$

Задаваясь определенным углом α и максимальной высотой заложения шпура $H_{\text{ш}}$ можно определить длину поддержки, необходимую для получения оптимального усилия подачи

$$l_{\text{п}} = H_{\text{ш}} \operatorname{cosec} \alpha. \quad (4)$$

По мере бурения шпура молоток перемещается к забою, пневмоподдержка раздвигается и изменяется угол ее наклона. После того, как пневмоподдержка раздвинется на принятую величину хода поршня, опорная часть ее перестанавливается ближе к забою. Если величину, на которую раздвигается пневмоподдержка между перестановками ее опорной части, обозначить через l_x , то конструктивная длина пневмоподдержки в разжатом состоянии будет равна

$$l_{\text{к}} = H_{\text{ш}} \operatorname{cosec} \alpha + l_x. \quad (5)$$

Необходимо отметить, что при определении конструктивной длины пневмоподдержки высоту возможного заложения шпура не следует принимать более 1,5 м, так как в противном случае при соблюдении необходимых углов установки пневмоподдержки значительно увеличивается ее длина, а следовательно, и вес. Для бурения шпуров, расположенных выше 1,5 м, целесообразно устраивать подмости или обуривать верхнюю часть забоя с необработанной разрушенной горной породы. Учитывая также раздвижку пневмоподдержки в процессе бурения, ее величину целесообразно принимать $l_x \leq 0,5$ м, исходя из того, что такое удлинение поддержки увеличивает усилие подачи настолько, что оно не выходит из зоны рациональных усилий подачи, где молоток обеспечивает не менее 90% от максимально возможной скорости бурения при устойчивой его работе [1] (рис. 2). Величина раздвижки больше 0,5 м приводит к значительному увеличению R , а отсюда и к превышению оптимального усилия подачи. Если же l_x принять равной более 0,5 м, но при этом в процессе бурения шпура уменьшить величину R путем снижения давления воздуха в цилиндре поддержки, то в таком случае необходимо поддержание бурильного молотка, т. е. активное вмешательство бурильщика, что при эксплуатации высокочастотных молотков нежелательно с точки зрения гигиены труда [3].

Однако пневмоподдержки должны иметь телескопическое устройство, позволяющее изменять ее длину более, чем на 0,5 м.

Это необходимо для того, чтобы при бурении шпуров с высотой их заложения до 1,5 м имелась возможность значительно изменять длину поддержки с целью сохранения постоянства угла α , обеспечивающего оптимальные режимы работы молотка без приложения бурильщиком дополнительных усилий.

Раздвигающее усилие пневмоподдержки зависит от диаметра ее цилиндра $D_{\text{п}}$ и давления, подаваемого в него воздуха $p_{\text{п}}$, и может быть найдено из выражения

$$R = \frac{G}{\sin \alpha} = \frac{\pi D_{\text{п}}^2}{4} p_{\text{п}}. \quad (6)$$

Для определенного типа молотка и принятого веса пневмоподдержки диаметр ее рабочего цилиндра может быть найден из выражения

$$D_{\text{п}} = 2 \sqrt{\frac{G}{\pi p_{\text{п}} \sin \alpha}}, \quad (7)$$

откуда, заменив $G = F_{\text{оп}} \operatorname{tg} \alpha$, получим

$$D_{\text{п}} = 2 \sqrt{\frac{F_{\text{оп}}}{\pi p_{\text{п}} \cos \alpha}}. \quad (8)$$

Таким образом, из уравнения (8) видно, что диаметр цилиндра пневмоподдержки зависит от оптимального усилия подачи бурильного молотка, давления воздуха $p_{\text{п}}$ и угла наклона поддержки. При расчете $D_{\text{п}}$ угол α необходимо выбирать из условия обеспечения оптимального усилия подачи молотка. Величину $p_{\text{п}}$ следует принимать на 1 *ати* ниже сетевого давления воздуха p , по которому рассчитывается оптимальное усилие подачи молотка. Выбранный, исходя из этих условий, диаметр пневмоподдержки будет обеспечивать рациональные режимы работы молотка и необходимое увеличение раздвигающего усилия R при удлинении поддержки в процессе бурения на $l_x \leq 0,5$ м. Кроме того, снижением расчетного $p_{\text{п}}$ на 1 *ати* учитываются также потери давления воздуха по пути его движения в цилиндр поддержки.

Зависимости:

$$F_{\text{оп}} = f(\alpha, G_{\text{м}}, G_{\text{п}}); \quad \alpha = f(H_{\text{ш}}, l_{\text{п}}); \\ R = f(H_{\text{ш}}, G_{\text{м}}, G_{\text{п}}) \text{ и } D_{\text{п}} = f(R, p_{\text{п}}),$$

рассчитанные по формулам (2—6), приведены в виде номограммы на рис. 2. В нижнем левом квадранте этой номограммы приведена найденная нами зависимость оптимального усилия подачи бурильного молотка от площади его поршня и давления воздуха и вычисленная по формуле

$$F_{\text{оп}} = \frac{pQ}{3,56} + Cp, \quad (9)$$

где Q — площадь поршня, на которую действует сжатый воздух при его переднем ходе, см^2 ;
 $C = \kappa Q = 4$ — постоянный коэффициент, найденный экспериментальным путем.

В верхнем левом квадранте представлена зависимость усилия подачи, обеспечиваемого пневмоподдержкой, от ее угла наклона, а также от веса молотка и поддержки. В верхнем правом квадранте даны зависимость угла наклона поддержки при различ-

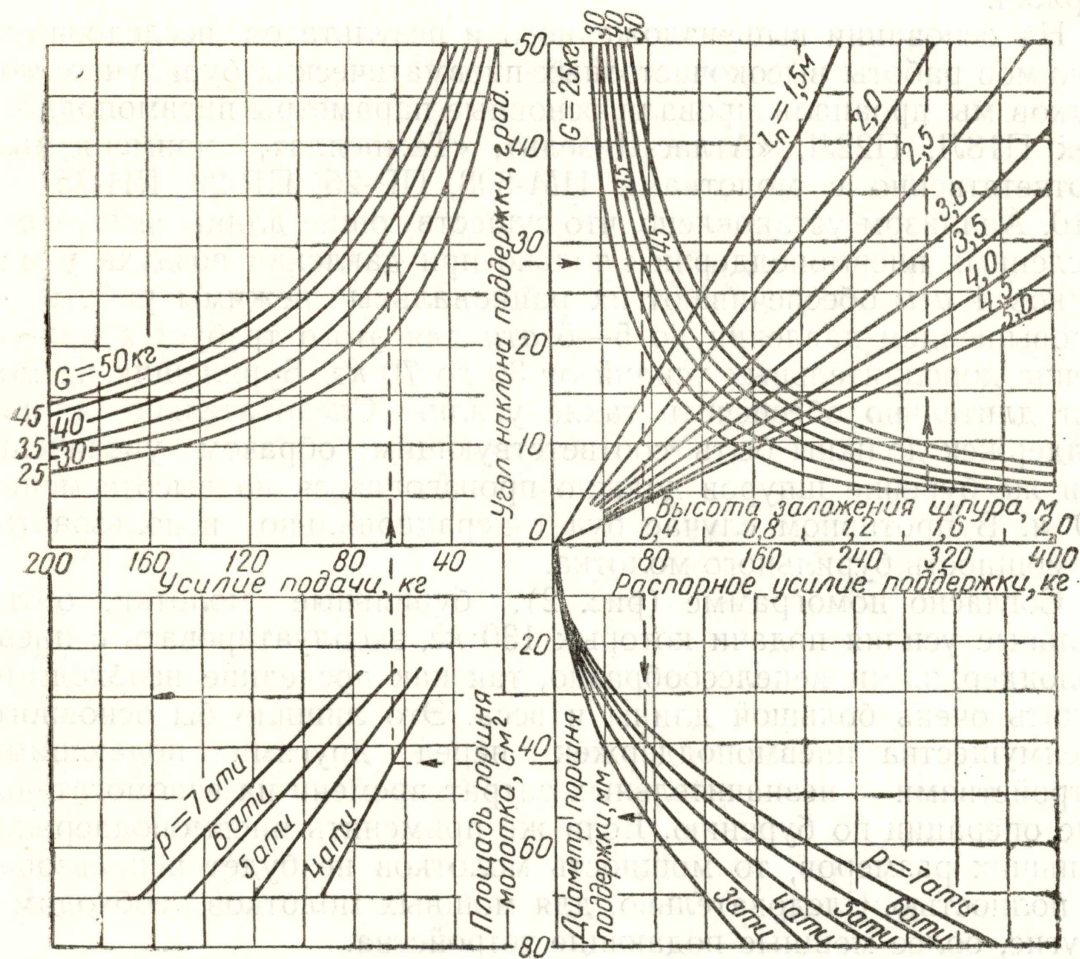


Рис. 2. Номограмма для расчета основных параметров пневмоподдержек.

ной ее длине от возможной высоты заложения шпура и зависимость раздвижного усилия поддержки от угла ее наклона при различном приведенном весе установки G . В нижнем правом квадранте приведена зависимость диаметра поршня поддержки от ее раздвижного усилия.

Порядок пользования номограммой следующий. На основании известных площади поршня молотка и давления воздуха, подводимого к молотку, определяется оптимальное усилие подачи. По величине этого усилия, исходя из веса молотка и поддержки, находится максимально возможный угол α , при котором молоток может работать на оптимальном усилии подачи без при-

ложения бурильщиком дополнительного усилия. По величине угла α и высоте заложения шпура определяется длина поддержки или же при известной длине поддержки, исходя из ее максимально возможного угла наклона, находится максимально возможная высота заложения шпура. Зная оптимальную величину угла α и приведенный вес установки, можно определить также раздвижное усилие поддержки, по которому затем для определенного давления воздуха находится диаметр поршня пневмоподдержки.

На основании вышеизложенного и результатов исследования режимов работы высокочастотных пневматических бурильных молотков мы проанализировали основные параметры пневмоподдержек П18Л, П22Л, «Атлас-Дизель», «Тампелла», применяемых соответственно с молотками ПМ-508, ПР-25, ПР-20, РН-754 и Т-10. Анализом установлено, что существующие длины вышеперечисленных пневмоподдержек только при давлении воздуха у молотков 4 *ати* обеспечивают их рациональные режимы работы, а с повышением давления до 5—6 *ати* для этого требуется приложение дополнительных усилий от 30 до 70 кг. Бурильщик не может длительно обеспечить такие усилия. Следовательно, длины поддержек должны быть соответствующим образом увеличены или же бурение шпуров должно производиться на высоте менее 1,0 м. В противном случае будет нерационально использоваться мощность бурильного молотка.

Согласно номограмме (рис. 2), бурильные молотки, оптимальные усилия подачи которых 130 кг, эксплуатировать с пневмоподдержками нецелесообразно, так как последние необходимо делать очень большой длины и веса. Это лишило бы основного преимущества пневмоподдержек перед другими подающими устройствами — незначительных затрат времени на вспомогательные операции по бурению. Если же применять пневмоподдержки меньших размеров, то мощность молотков не будет использована полностью. Следовательно, для мощных молотков необходимы другие, более мощные подающие устройства.

Таким образом, на основании проведенного анализа работы бурильных молотков на пневмоподдержках можно сделать следующие выводы.

Величина усилия подачи, которая может быть обеспечена пневмоподдержкой, зависит от ее веса, длины и угла наклона, высоты заложения шпура, а также от веса молотка.

Большинство пневмоподдержек по своей основной характеристике — длине — обеспечивает оптимальные режимы работы бурильных молотков при давлениях воздуха только ниже 5 *ати*. Учитывая, что на большинстве шахт и рудников давление воздуха в забоях доведено до 5—6 *ати*, необходимо и пневмоподдержки рассчитывать из этого условия.

Проведенное исследование показало, что при давлениях воздуха 4—6 *ати* целесообразно эксплуатировать с пневмоподдерж-

ками бурильные молотки, оптимальные усилия подачи которых не превышают 130 кг, т. е. молотки, имеющие площадь поршня, на которую действует сжатый воздух при его переднем ходе до 55 см^2 . Для расчета основных параметров пневмоподдержек к таким молотком может быть рекомендована методика, изложенная выше.

Для обеспечения оптимального усилия подачи в процессе бурения молотком, установленным на пневмоподдержке, последняя должна иметь устройство, позволяющее плавно регулировать давление воздуха в ее цилиндре.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов. Влияние усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 75, Томск, 1954.
2. О. Д. Алимов, И. Г. Басов. Рациональные усилия подачи бурильного молотка ПМ-508 при бурении горных пород различной крепости. Известия ТПИ, т. 88, Томск, 1956.
3. Е. Ц. Андреева-Галанина. Вибрация и ее значение в гигиене труда (Вибрация ручных пневматических инструментов и машин). Медгиз, Ленинград, 1956.
4. И. Г. Басов. Исследование влияния усилия подачи на скорость бурения и режим работы пневматических бурильных молотков. Кандидатская диссертация, ТПИ, Томск, 1958.
5. А. Н. Федотов. Новые установочно-подающие пневмоколонки. Шахтное строительство, № 9, 1957.