Записки Санкт-Петербургского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 138, СПб, 1993

УДК 622.232

А.А.БАТАЛОВ, М.Д.КОЛОМИЙЦЕВ,
НГУЕН ХЫУ ЛЬЕН

МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НЕВЫСОКОЙ КРЕПОСТИ

Повышение производительности и безопасности работ в шахтах и рудниках, при строительстве тоннелей и линий метрополитена возможно только при комплексной механизации работ, когда механизированы не только основные операции технологического цикла (добыча полезного ископаемого, проведение выработок), но и все сопутствующие вспомогательные работы: вынимка ниш, нарезка лав, проведение сбоек и вспомогательных выработок небольшого сечения.

Для выработок малого сечения в силу стесненности призабойного пространства набор технических средств их проведения невелик. Ниши в комплексно-механизированных лавах проходят отбойными молотками или буровзрывным способом с ручной погрузкой угля и породы. Сбойки на шахтах Ленметростроя также проходят отбойными молотками. Поэтому создание механизмов и машин, облегчающих эти работы в подземных условиях, является весьма актуальной задачей.

В Санкт-Петербургском горном институте разработана малогабаритная установка на базе ручного пневмосверла с барабанным исполнительным органом, обеспечивающая разрушение пород невысокой крепости (с коэффициентом крепости по шкале Протодьяконова $f \leq 2$). Установка предназначена для разрушения углей, протерозойских глин шахт Ленметростроя, калийных солей и т.д. и призвана заменить в этих условиях отбойные молотки (рис.I). Вращение барабана с закрепленными на нем резцами обеспечивается серийным пневмосверлом (если в забое нет сжатого воздуха, можно использовать ручное электросверло). Уменьшению динамических нагрузок на руки рабочего и повышению устойчивости установки способствуют специальные опоры. Резцы срезают стружку толщиной h серповидной формы. На каждый резец действуют две основные переменные силы: резания (Z_x) и подачи (Z_y). Эти силы и их реакции направлены перпендикулярно передней и задней граням резца, поэтому направление их действия определяется углами заточки резца, а абсолютная их величина меняется с углом поворота резца γ от нуля до максимума и снова до нуля. Силы Z_x и Z_y формируют результирующие усилия, вертикальные и горизонтальные, действующие на барабан, R_α и R_β. Сила R_β примерно равна силе сопротивления подачи $F_п$. Результирующая касательная сила $F_р$ –

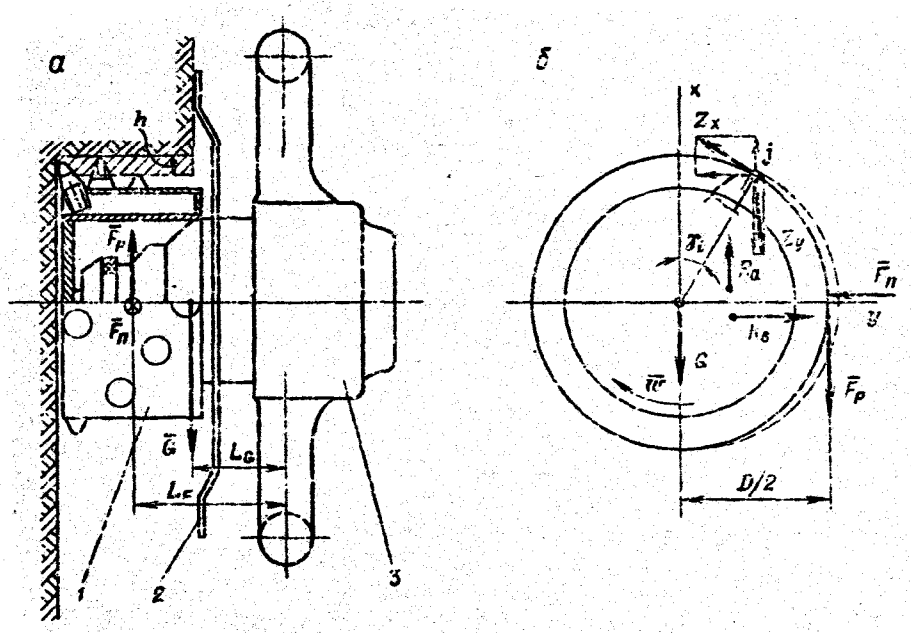


Рис.1. Общий вид установки (а) и схема нагружения (б)
1 – барабан; 2 – опоры; 3 – пневмосверло

сила резания – определяет момент вращения. Кроме того, на установку действует сила веса G. Расстояния L_F, L_G и $Д/2$ определяют моменты вращения и разворота барабана в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Специальная перезаточка и расстановка резцов обеспечивает частичное самозатягивание барабана в забой, что снижает необходимое усилие подачи. Увеличение скорости резания (частота вращения барабана ω) снижает динамическую нагрузку и вибрацию инструмента.

Установка может быть изготовлена в двух вариантах. В первом случае рабочий разрушает забой, удерживая инструмент в руках (масса его около 20 кг). При этом благодаря самозатягиванию резцов в забой, нагрузка на руки рабочего незначительна: он в основном направляет подачу инструмента в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Во втором – та же установка укрепляется на легком трубчатом манипуляторе или трубчатой раме, обеспечивающей принудительную подачу и перемещение установки по забою. Благодаря незначительному весу и небольшим усилиям подачи и резания, установка должна быть легкой и монтироваться в забое вручную.

Удаление разрушенных частиц породы в транспортные средства должно обеспечиваться за счет пылеотсоса, что снижает пылеобразование и нагрев резцов.

Создаваемая установка может заменить отбойный молоток в породах не-

высокой крепости, так как обладает следующими преимуществами при работе в угольных и породных забоях:

1. Увеличенная примерно в 1,5 раза мощность на единицу массы механизма (0,12 кВт/кг против 0,08 кВт/кг у отбойного молотка) позволяет снизить нагрузку на руки рабочего и более эффективно разрушать породы невысокой крепости.

2. Снижение шума и вибрации до санитарных норм исключает возникновение у рабочих вибрационных и других видов профессиональных заболеваний и облегчает условия работы в забое.

3. Исключение ручной погрузки отбитой породы в транспортные средства.

4. Снижение запыленности в зоне работы машин.

5. Возможность комплексной механизации и автоматизации проведения вспомогательных выработок ограниченного сечения.

6. Техническая производительность установки в принципе выше, чем у отбойного молотка, так как процесс разрушения породы происходит непрерывно.

Первый опытный экземпляр малогабаритной установки МК был изготовлен в 1990 г. и испытан в забое шахты Ленметростроя. Барабан диаметром 200 мм и длиной 120 мм был закреплен на пневмосверле аналогично креплению буровой штанги. Было испытано два барабана: с резцами типа ЗН со сточенными задними гранями и резцами типа ШБМ (последние оказались предпочтительнее). Для уменьшения нагрузки на сверло торцевые резцы на барабанах отсутствовали. Поэтому для обеспечения первоначального внедрения барабана была изготовлена сменная коронка диаметром 220 мм с забурником. С помощью коронки в забое делали вруб и заводили в него барабан. Однако обеспечить эффективную работу МК не удалось, так как на руки рабочего воздействовал значительный момент под действием веса барабана, результирующих сил резания ($F_р$) и подачи ($F_п$), значительного расстояния от точек их приложения до рукояток установки.

В конструкцию второй модели опытного экземпляра МК (рис.1), подготовленной с учетом опыта опробования в забое первого экземпляра, для уменьшения реактивных моментов, воздействующих на руки рабочего или легкую трубчатую направляющую, раскрепляемую между стенками выработки, внесены следующие изменения:

1) барабан приближен к рукоятке ("надет" на сверло), поэтому расстояния L_F и L_G стали на 35 % меньше и пропорционально снизились и моменты от усилия подачи и веса сверла с барабаном;

2) рукоятка снабжена опорами – "лапами", которые снижают разворот барабана под действием реактивных моментов;

3) увеличена в 2 раза частота вращения барабана (до 750 $мин^{-1}$), что снижает толщину стружки, а значит, средние и мгновенные нагрузки.

Предполагается разработать в дальнейшем модель МК с частотой вращения барабана (сверла без редуктора) 3000 $мин^{-1}$, изменить конструкцию сверла, сделав статор-барабан вращающимся, а неподвижный ротор связать с рукоятками. Это позволит облегчить конструкцию сверла и уменьшить реактивные

моменты. Предусматривается также удаление разрушенных частиц породы от забоя в вагонетку сжатым воздухом.

Для уменьшения средних и мгновенных усилий на барабане предполагается изменить схему расстановки резцов и их геометрию: резко уменьшить угол приострения резца и увеличить его передний и задний углы. Поскольку для ручного инструмента усилия на резцах должны быть небольшими (толщина стружки маленькая), прочность резцов может быть обеспечена при их облегченной конструкции.

Силы, действующие на барабан во время работы, определены по отраслевому стандарту угольной промышленности[x]. Расчет произведен применительно к свойствам протерозойских глин шахт Ленметростроя (сопротивляемость резанию A = 100 Н/мм; хрупкость породы E = 5) и для резцов типа ИМ с равномерным расположением их на барабане (шаг резания t = 10 мм, девять линейных резцов и три кутковых) при частоте вращения барабана ω = 750 мин$^{-1}$. Вес машины принят равным 200 Н, скорость подачи $v_п$ = 1,2 м/мин.

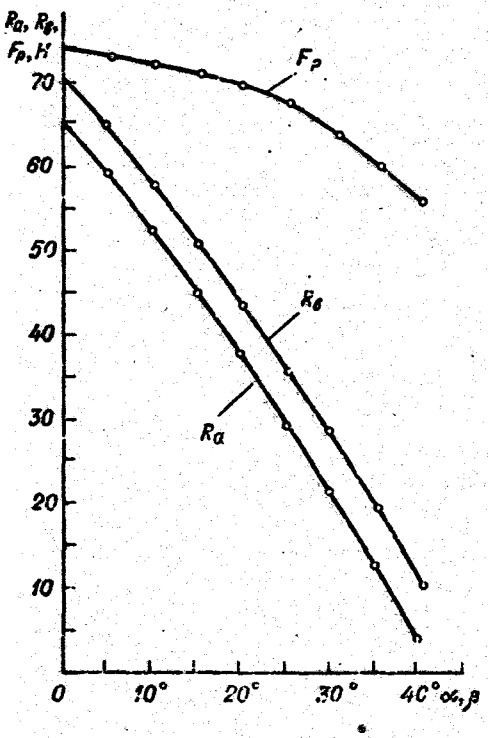


Рис.2. Зависимость усилий на барабане от углов α и β

Анализ зависимости усилий на барабане от переднего (α) и заднего (β) углов резца при $\alpha = \beta$ = 0÷40 показал, что усилие подачи $F_п$, характеризуемое величинами $R_б$ и $F_р$, и суммарная вертикальная составляющая усилия, действующая на барабан, R_a плавно снижаются при увеличении переднего и заднего углов резца (рис.2). Следовательно, необходимо уменьшать угол приострения резцов до 30–50°, что при выбранных режимных параметрах обеспечит самовнедрение барабана в забой и уменьшит реактивный момент вращения $M_р = F_р(Д/2)$. Окончательный выбор рационального угла приострения резцов должен производиться экспериментально в забое, так как с уменьшением переднего угла растет усилие резания, а значит, и момент вращения, что может быть откорректировано только с учетом механических свойств разрушаемой породы. В любом случае усилия на рукоятках в этом случае не превысят составляющей веса установки.

[x] ОСТ 12.44.258–84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика / Минуглепром СССР. М., 1984. 123 с.

Техническая производительность установки при рассматриваемом режиме работы $Q_т = V_п B Д = 60 \cdot 1,2 \cdot 0,11 \cdot 0,2 = 1,56$ м^3/ч, что примерно на 20 % превышает производительность рабочего, разрушающего протерозойскую глину отбойным молотком.

Таким образом, проведенные теоретические и экспериментальные исследования и конструкторские разработки позволяют утверждать, что на базе серийного пневмосверла можно создать ручной инструмент, эффективно разрушающий угли и породы невысокой крепости. Для этого необходимо экспериментально, в условиях забоя исследовать на опытной установке рациональные режимные параметры МК: геометрию резцов, их взаимное расположение на барабане, диаметр и длину барабана, частоту вращения. Требует также конструкторской доработки система пневмотранспорта отбитой породы от барабана в вагонетку.

Дальнейшее проведение работ по этой тематике возможно только при их финансировании заинтересованными организациями.