

молотками, установленными на пневмоподдержках, чем более громоздкими колонковыми бурильными молотками, устанавливаемыми на распорных колонках.

Таблица 1

Тип пневмоподдержек	Подъемная сила под-держки	Собственный вес	Высота		Ход телескопа	Диаметр цилиндра колонки	Рабочее давление сжатого воздуха	Тип бурильного молотка, установлен на колонке
			в сжатом виде	в разжатом виде				
			кг	кг				
КПР-3	100	17	1440	1900	760	60	4,5	ОМ-506
ТПП-1	93	18	1440	2200	840	—	5	ПА-23
ППК-17а	85	17	1440	1900	760	45	4,5	ПА-23
ППК-21	120	21	1154	1804	650	65	4,5	ПР-35
ППК-18	115	—	1640	2100	960	51	—	ПР-35
П—2	90	10—12	870	2170	—	50	5	ОМ-506

Однако, как показывает даже упрощенный анализ [2], существующие пневмоподдержки не обеспечивают бурения на оптимальных режимах. Обеспечить бурение ручными бурильными молотками с пневмоподдержек на оптимальных режимах невозможно потому, что перекосы бура в шпуре вследствие приложения усилия подачи не по оси молотка создают значительное сопротивление вращению бура, что приводит к неустойчивой работе бурильного молотка задолго до достижения оптимальных режимов. Поэтому бурение ручными молотками с пневмоподдержек в большинстве случаев ведется с усилиями подачи, заведомо меньшими, чем усилия, обеспечивающие максимальную скорость бурения, а следовательно, и на менее производительных режимах. Ввиду того, что бурильщику при бурении с пневмоподдержки приходится прикладывать дополнительное усилие подачи, пневмоподдержки не устраняют полностью вредного влияния вибрации на здоровье работающего. На шахте „Новая“ треста „Ленинруда“ Криворожского железорудного бассейна с целью ликвидации вышеуказанных недостатков инженеры И. И. Минеев, С. С. Самойлов и Г. Г. Петренко

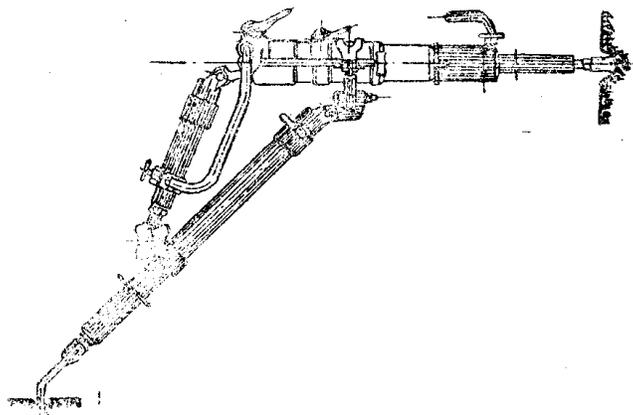


Рис. 1. Усовершенствованная пневмоподдержка УПП-1.

предложили усовершенствованную пневмоподдержку УПП—1 (рис. 1). Она представляет из себя пневмоподдержку ППК-17 с добавленным к ней цилиндром для регулирования положения бурильного молотка и бура относительно оси шпура.

С той же целью на шахте „Большевик“ треста „Ленинруда“ бурильщиками-новаторами П. И. Чайковским, Г. С. Голобородько и П. П. Сидоренко было внесено предложение применять, кроме пневмоподдержки, легкую распорную колонку для фиксации на ней направляющего хвостовика (трубы),

прикрепляемой к рукоятке бурильного молотка (рис. 2). Бурильщики Чайков-

ский П. И., Голобородько Г. С. и Сидоренко П. П., применяя вышеуказанные приспособления, смогли работать одновременно на 2 и 3 бурильных молотках, выполняя сменную норму выработки на 277%. В дальнейшем, по предложению бурильщика Фещенко А. И., распорная колонка, поддержи-

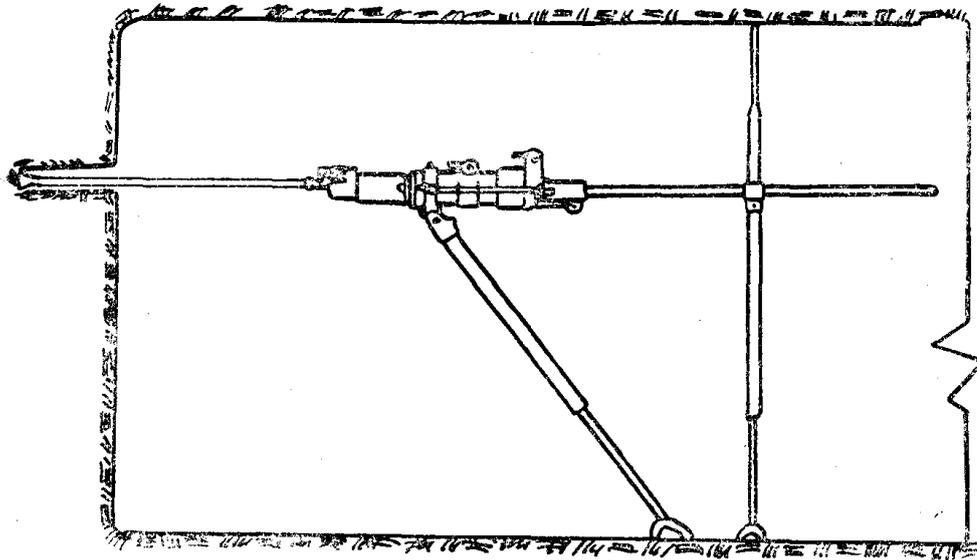


Рис. 2. Пневмоподдержка с легкой распорной колонкой.

вающая направляющий хвостовик бурильного молотка, была заменена поддерживающими кронштейнами (рис. 3), которые устанавливаются в 2,2 м от грунта забоя. Для закрепления их в стенках выработки пробуриваются короткие шпурсы—250—300 мм; один конец кронштейна (клин) закрепляется в шпурсе с помощью подклинка. Обуривание всей площади забоя обеспечивается за счет передвижения поддерживающей втулки на трубе кронштейна и вращения ее вокруг его оси.

По данным треста „Держинскруд“ с одной установки двух кронштейнов обуривается весь забой при одновременной работе двух перфораторов ПА-23 с пневмоподдерживающих колонок ППК-18. Время чистого бурения и производительность труда возрастают на 80% по сравнению с бурением одним перфоратором.

Из выше рассмотренного видно, что предложенные дополнительные приспособления при бурении с существующих пневмоподдержек позволяют увеличить производительность труда бурильщика за счет осу-

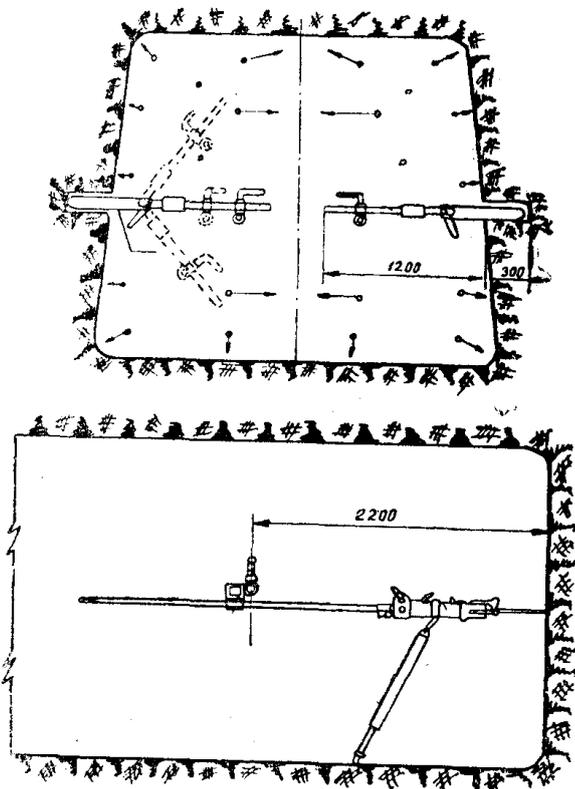


Рис. 3. Пневмоподдержка с кронштейнами.

ществления возможности одному бурильщику обслуживать два, а иногда и три работающих молотка. Но указанные выше приспособления к пневмоподдержкам не автоматизируют полностью подачу бурильных молотков на забой. Одновременное обслуживание 2—3 бурильных молотков, установленных на пневмоподдержках, требует от рабочего значительных физических напряжений. Кроме того, рассмотренные выше приспособления не устраняют, а в ряде случаев усугубляют следующий недостаток пневмоподдержек: разница усилий между вертикальной составляющей распорного усилия пневмоподдержки (Q), рис. 4 и весом молотка G_m , приведенным к оси шарнира, может быть наиболее целесообразно компенсирована при бурении только за счет приложения к молотку дополнительного внешнего усилия в точке оси шарнира и направленного перпендикулярно оси шпура. При замене этого усилия усилием N_1 , приложенным на некотором расстоянии от оси шарнира O , как это имеет место при применении дополнительного цилиндра (рис. 1), или направляющего хвостовика (рис. 2)

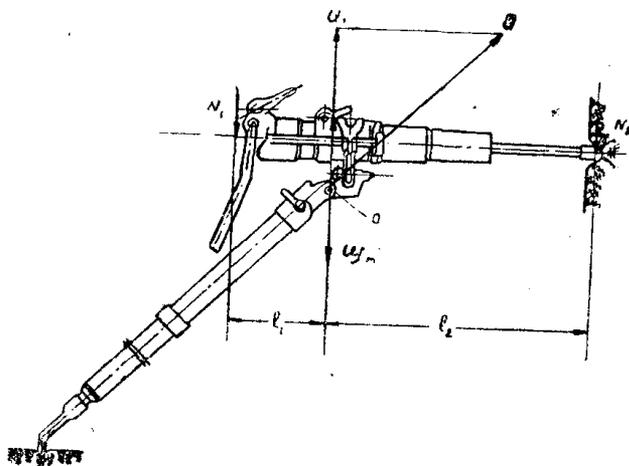


Рис. 4. Распределение усилий при бурении с пневмоподдержкой.

возникает момент $M_1 = Nl = N_1l_1$, опрокидывающий молоток около шарнира O , (рис. 4) против часовой стрелки и момент $M_2 = N_2l_2$, действующий в противоположном направлении.

Для того, чтобы ось молотка совпадала с осью шпура необходимо, чтобы $M_1 = M_2$, $Nl_1 = N_2l_2$ и $N_1 + N_2 = Q - G_m$. Возникающее при этом дополнительное усилие взаимодействия боковой поверхности буровой коронки

к поверхности шпура $N_2 = \frac{Q - G_m}{1 + Q_2/l_1}$ создает дополнительное сопротивление

вращению бура в шпуре, искривляет направление шпура и изгибает бур. Поперечный изгиб бура в сочетании с продольными ударами неблагоприятно сказывается на прочности бура. Таким образом, применение пневмоподдержек уменьшает несколько трудоемкость бурильных работ, но не автоматизирует процесс подачи молотка на забой. Вследствие этого необходимо проведение дальнейших работ по усовершенствованию пневмоподдержек. На основании данных технической литературы и произведенных нами наблюдений за бурением пневматическими бурильными молотками, установленными на пневмоподдержках, можно сформулировать следующие дополнительные требования к пневмоподдержкам.

1. Крепление молотка к пневмоподдержке должно быть удобным с быстродействующим соединительным устройством, обеспечивающим возможность поворота бурильного молотка вокруг оси молотка на угол $\pm 15-20^\circ$. Это облегчает возможность поворачивать бурильный молоток вместе с буром вручную в случае, когда молоток глохнет в результате заклинивания бура.

2. Регулирование распорного усилия пневмоподдержки должно быть быстрым и надежным. Его можно осуществить простым вентилем, установленным в рассечке шланга, подводящего воздух к пневмоподдержке. В этом случае для плавности регулировки раздвигающего усилия в цилиндре

пневмоподдержки должно быть предусмотрено дросселирующее отверстие $d = 1 \text{ мм}$.

3. Пневмоподдержка должна быть реверсивной, т. е. у всех конструкций должны быть предусмотрены устройства, обеспечивающие распор и обратный ход за счет сжатого воздуха. Это уменьшит трудоемкость работ и увеличит производительность за счет уменьшения времени перестановки пневмоподдержки в процессе бурения одного шпура.

4. По конструкции пневмоподдержки могут быть:

а) с цилиндром, закрепленным к молотку и выдвигающимся опорным штоком (рис. 2);

б) со штоком, закрепленным к молотку и выдвигающимся опорным цилиндром (рис. 5).

Заводами Советского Союза выпускаются пневмоподдержки первого типа. Преимуществом такой конструкции является то, что несколько увеличивается приведенный вес молотка G_m при одном и том же весе пневмоподдержки, а за счет этого можно несколько увеличить горизонтальную составляющую распорного усилия пневмоподдержки без дополнительного усилия бурильщика. Данная схема более безопасная в работе при реверсивной пневмоподдержке. Второй тип пневмоподдержек выпускается рядом зарубежных фирм. Достоинствами данного типа конструкции является удобство освобождения части поддержки из грунта вручную (для этого упорный цилиндр поддержки снабжается специальной рукояткой), а меньший общий вес бурильного молотка облегчает забуривание. Для реверсивной поддержки такая схема не применима, так как при быстром движении цилиндра податчика по штоку вверх до упора может привести к травмированию рабочего. Некоторые зарубежные фирмы („Мейдон“, Франция) изготавливают пневмоподдержки, которые могут быть присоединены к молотку любым концом, что делает их более универсальными.

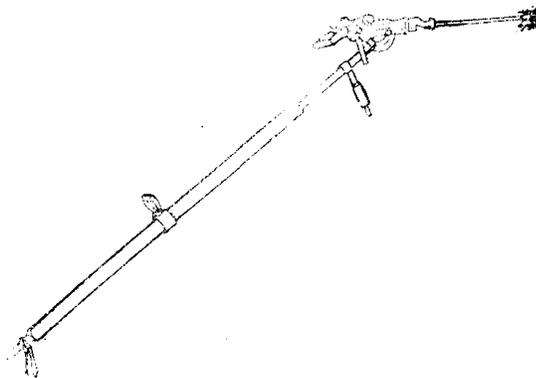


Рис. 5. Пневмоподдержка с опорным цилиндром

5. Для надежности упора поддержки в породе конец штока следует снабжать двух или трехрожковой вилкой (рис. 5).

6. Пневмоподдержки для бурения шпуров в подготовительных выработках должны иметь следующие параметры:

а) длина пневмоподдержки в сложенном состоянии $1000 \div 1200 \text{ мм}$,

б) ход поршня — $650 \div 700 \text{ мм}$,

в) вес не более 19 кг ,

г) раздвигающее усилие при давлении воздуха 5 атм

для ОМ-506 — $120 \div 125 \text{ кг}$

для РП-17 — $80 \div 90 \text{ кг}$.

Поршневые податчики

Пневматические поршневые податчики получили распространение как в горно-рудной, так и в угольной промышленности. Ввиду отсутствия централизованного изготовления, многие рудники и шахты изготавливают поршневые пневматические податчики своей конструкции.

Из известных нам конструкций поршневых податчиков наиболее приемлемым для молотков типа ОМ-506, ПМ-508 являются податчики типа ПК-1 и ВПК Кыштымского механического завода, податчик АП-1, сконструированный и изготовленный Томским электромеханическим заводом, но до сих пор не внедренный в производство, а также податчики с подающим цилиндром, расположенным по оси молотка, подобно телескопным бурильным молоткам ТП-4. В податчике АП-1, также как и в податчике ПК-1, молоток укрепляется на подвижном цилиндре (рис. 6). Некоторое отличие податчика АП-1 от ПК-1 состоит в том, что в конструкции податчика АП-1 облегчен корпус податчика, резиновый шланг, соединяющий трехходовой кран податчика с передней полостью цилиндра, заменен металлической трубкой.

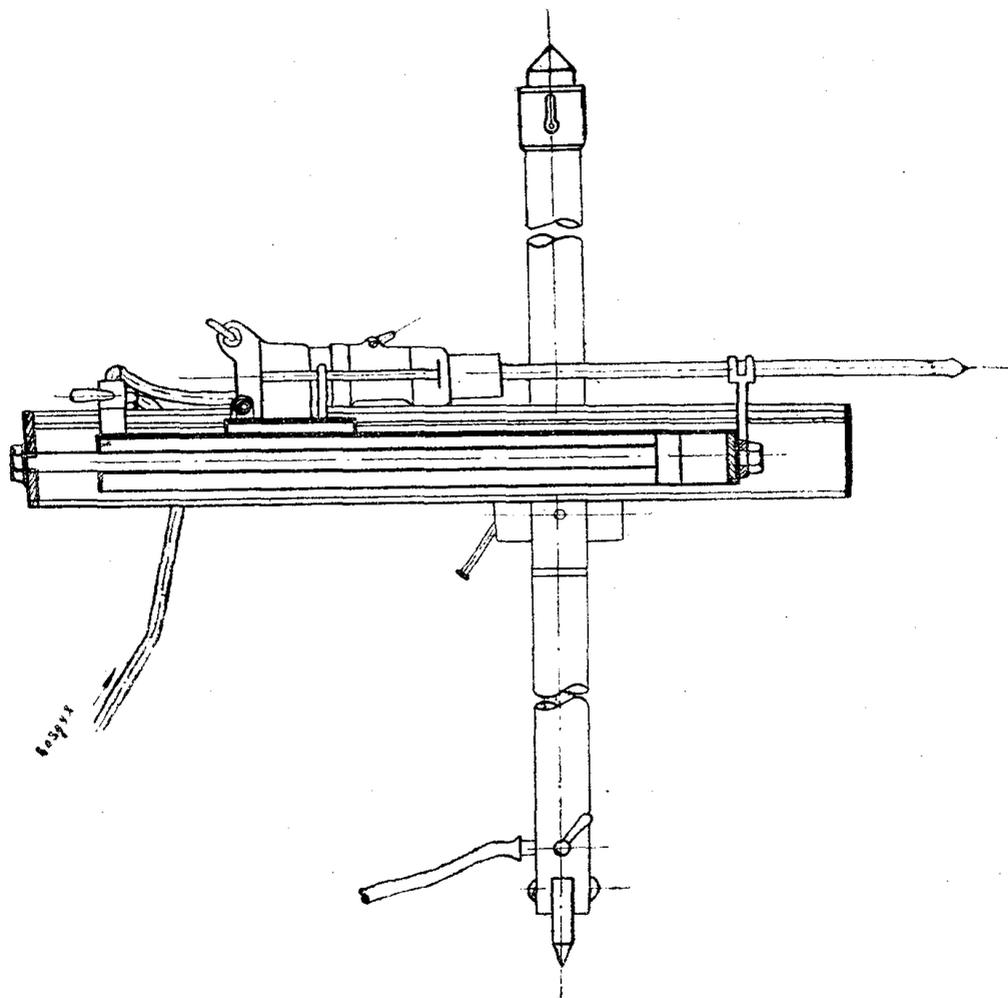


Рис. 6. Поршневой податчик АП-1.

Податчики типа ПК-1 и АП-1 при правильном выборе диаметра цилиндра и хода поршня могут обеспечить достаточно устойчивую работу молотка. Регулирование усилия подачи в этих податчиках возможно производить при помощи вентиля, установленного на входе воздуха в цилиндр податчика, и дросселирующего отверстия, сообщающего цилиндр податчика с атмосферой. Продольные колебания молотка, возникающие в процессе бурения, в значительной мере гасятся воздушным буфером податчика и, вследствие этого уменьшаются усилия от вибрации, действующие на опорные элементы установки. Это позволяет применять менее прочные, но более легкие и удобные в работе распорные колонки и манипуляторы.

В отличие от податчиков ПК-1 и АП-1 податчик ВПК-1 снабжен телескопическим цилиндром подачи (рис. 7). Вместо колонки податчик ВПК-1 крепится штырем вставленным в шпур, глубиной 150—200 мм, что значительно облегчает и упрощает его установку. Длина штыря 270 мм, диаметр 33—34 мм. Пневматический податчик ВПК-1 применяется при бурении шпуров ручными бурильными молотками в горных породах с коэффициентом крепости не менее 10 по шкале проф. Протодяконова.

Податчик ВПК-1 и подобные ему по установке в забое (податчики Тучина, Еремина) отличаются простотой конструкции, дешевы в изготовлении. На установку их в забое затрачивается 2—3 минуты. Телескопическое устройство подающего цилиндра позволяет значительно сократить размеры

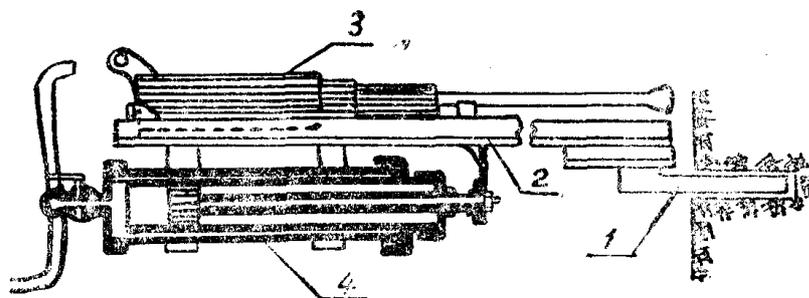


Рис. 7. Поршневой податчик ВПК-1.

поршневого податчика при одной и той же величине хода. Ввиду этого поршневые податчики с телескопическим цилиндром могут быть успешно применены для бурения врубовых шпуров при прохождении подготовительных выработок малого сечения в крепких горных породах с применением клинового вруба. Недостаток телескопического податчика типа ВПК-1 заключается в том, что невозможно осуществить обратный ход податчика за счет сжатого воздуха, поэтому отвод бурильного молотка от забоя осуществляется вручную.

Поршневые податчики типа ПК-1, АП-1 и ВПК-1 в том конструктивном исполнении, в котором они изготавливаются, могут обеспечить постоянство усилия подачи при бурении различных горных пород с различной скоростью. Это не исключает необходимости вмешательства бурильщика в управление работой податчика в процессе бурения. Для полной автоматизации подачи, как нами установлено в предыдущих исследованиях, необходимо, чтобы податчик изменял усилие и скорость подачи в зависимости от сопротивления вращению бура в шпуре. Такой автоматический податчик мы считаем возможным создать на основе поршневого податчика с расположением подающего цилиндра по оси инструмента и молотка. Податчики такого типа во время Отечественной войны получили широкое распространение на рудниках Урала [13], а в настоящее время успешно применяются на ряде рудников Сибири при бурении молотками ОМ-506, ПМ-508 (рис. 8), а в некоторых случаях и КЦМ 4.

В этом податчике оси цилиндра податчика, бурильного молотка и шпура совпадают. Поэтому конструктивная схема допускает вращение бурильного молотка вокруг его продольной оси без перекоса бура в шпуре. Средний крутящий момент, развиваемый бурильным молотком на буре, с одной стороны, равен моменту сопротивления вращению бура, с другой — реактивному моменту, стремящемуся повернуть корпус бурильного молотка в сторону, противоположную направлению вращения бура. Этим можно воспользоваться для автоматического изменения усилия подачи в зависимости от момента сопротивления вращению бура.

Если бурильный молоток удерживать от вращения относительно цилиндра податчика специальным упругим элементом, установленным между

корпусом молотка и неподвижной частью податчика, то при различном сопротивлении вращению бура в шпуре упругий элемент будет деформироваться на различную величину и корпус молотка будет поворачиваться на различный угол относительно неподвижного цилиндра. Если корпус молотка связать со специальным золотником, установленным в неподвижной части податчика, то при вращении корпуса молотка можно изменять количество воздуха, поступающего в цилиндр. При наличии в цилиндре податчика небольшого отверстия, соединяющего его полость с атмосферой, изменение

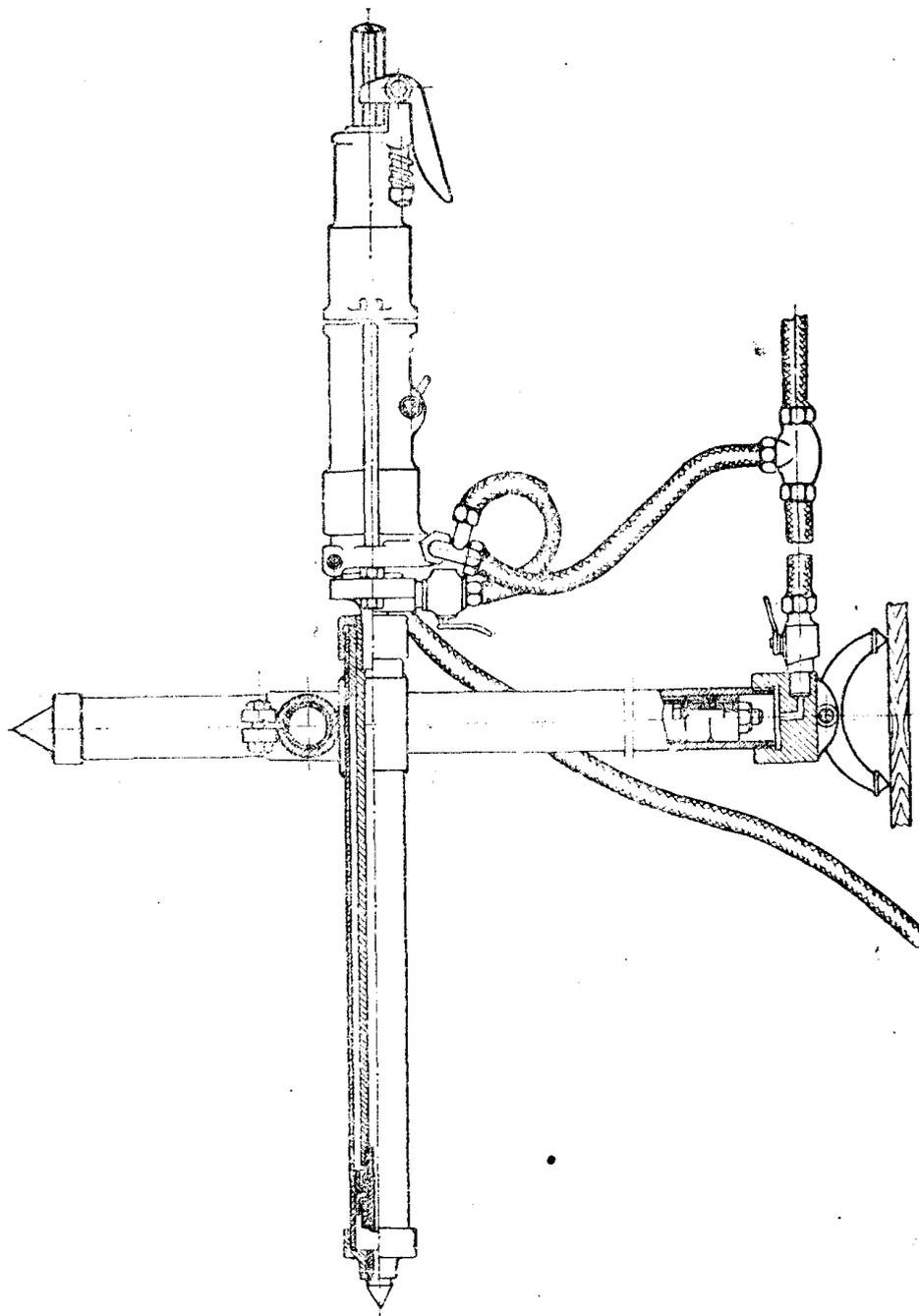


Рис. 8. Поршневой податчик Артемовского рудника.

количества поступающего в цилиндр воздуха приведет к изменению его давления, а следовательно, и усилия подачи. В результате этого, при изменении момента сопротивления вращению бура автоматически будет изменяться усилие подачи, что и требуется для успешного многомолоткового бурения.

Принципиальная схема такого автоматического устройства может быть представлена следующим образом (рис. 9.) При бурении молоток укрепляется на головке штока податчика 1 (рис. 9) и фиксируется от вращения в сторону, обратную вращению бура, при помощи кронштейна 2. Усилие от кронштейна передается на корпус податчика 3 через толкатель 4, пружину 5, упор 6, установленный на штоке податчика 7, и шпонку 8. При изменении крутящего момента, развиваемого бурильным молотком на буре, изме-

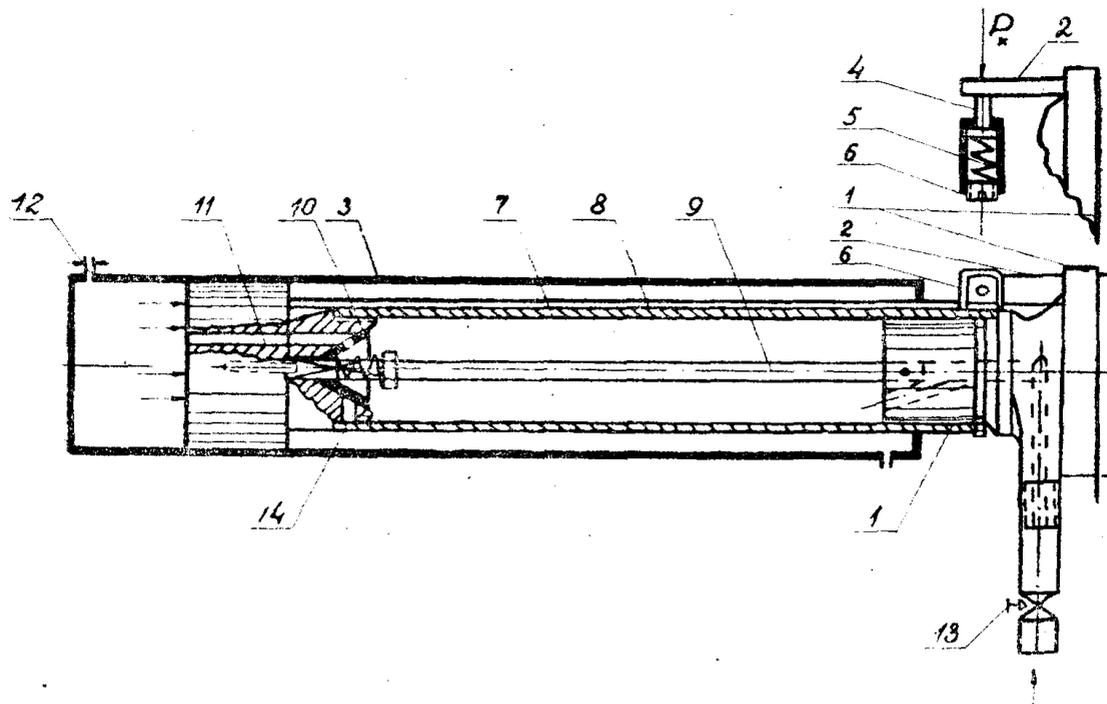


Рис. 9. Принципиальная схема автоматического устройства поршневого податчика.

няется реактивный момент, а вследствие этого изменяется величина деформации пружины 5, ограничивающей поворот головки податчика 1 относительно штока 7. При этом золотник 10, связанный с головкой податчика валиком 9, поворачивается в своем гнезде, установленном в штоке податчика, и изменяет поступление воздуха в заднюю полость цилиндра податчика. При максимальном крутящем моменте, соответствующем случаю, когда молоток гложет, пружина 5 деформируется на такую величину, что золотник 10, поворачиваясь полностью, перекрывает отверстие 11, при этом усилие подачи уменьшается.

Дополнительное регулирование давления воздуха в податчике может производиться вручную при помощи крана 13. Для обратной подачи молотка от забоя молоток поворачивается в сторону вращения бура (против часовой стрелки), золотник 10 ставится в положение, обеспечивающее поступление сжатого воздуха в переднюю полость цилиндра через отверстие 14.

По нашему мнению, устойчивость работы такого автоматического податчика может быть обеспечена за счет соответствующего подбора сечения отверстия 12, дросселирующего воздух из задней полости цилиндра, и подбора характеристики пружины 5. Устойчивой работе данной системы при резком изменении величины крутящего момента за один цикл удара способствует значительная масса корпуса молотка. Вследствие этого автоподатчик будет изменять усилие подачи не в зависимости от колебания момента за один цикл удара, а в зависимости от некоторого усредненного момента, развиваемого бурильным молотком за несколько ударов. В этом случае корпус молотка играет роль маховика, выравнивающего нагрузку на упру-

гий элемент — пружину 5; мы считаем, что этим данная схема с положительной стороны отличается от подобной схемы автоматического податчика, предлагавшейся П. Ф. Трофимовым [10].

Винтовые податчики

Для подачи бурильных молотков весом 37 кг и более широкое распространение получили винтовые податчики.

По типу привода винтовые податчики можно подразделить на:

- 1) винтовые податчики с ручным приводом;
- 2) винтовые податчики со специальным приводом от пневмо-двигателя;
- 3) винтовые податчики с приводом от ударно-поворотного механизма бурильного молотка;
- 4) винтовые податчики, имеющие общий привод для подачи и вращения бура.

Винтовые податчики с ручным приводом широкого распространения в практике горно-рудных предприятий Советского Союза не получили, так как не обеспечивают существенного уменьшения трудоемкости работ и увеличения производительности труда. Наибольшее распространение в практике горно-рудной промышленности СССР и за границей получили винтовые податчики со специальным приводом от пневмодвигателя. Наиболее надежными моделями податчиков данного типа являются податчики типа *Ingersoll-Rand* и КЦМ-4.

Податчик бурильного молотка КЦМ-4 по заводским данным имеет следующую техническую характеристику:

- 1) общая длина податчика — 1560 мм;
- 2) длина подачи — 900 мм;
- 3) тяговое усилие, развиваемое податчиком при $P = 6 \text{ атм} = 100 \text{ кг}$;
- 4) расход воздуха для переднего хода 0,1—1,19 м³/мин; для обратного хода — 0,2—0,32 м³/мин;
- 5) общий вес податчика — 38 кг.

Податчики *Ingersoll-Rand* и КЦМ-4 хорошо зарекомендовали себя в практике бурения колонковыми бурильными молотками. Они относительно просты по конструкции, имеют компактный привод, относительно большой ход подачи и могут обеспечить большие усилия подачи. Регулирование скорости подачи обеспечивает возможность одному рабочему управлять при бурении двумя бурильными молотками.

Естественно поэтому, ряд заводов (завод „Пневматика“, Томский электромеханический завод и завод „Коммунист“) создали подобные податчики ПП-1 и ПП-3 для других бурильных молотков и, в частности, для подачи молотков типа ОМ-506. Но производственные испытания этих податчиков не дали положительных результатов. По нашему мнению, причиной неудач является то, что податчики типа КЦМ-4 без изменения параметров могут успешно применяться только для молотков, развивающих на буре значительный крутящий момент. Бурильные молотки типа ОМ-506 не обладают такими особенностями, и развиваемое податчиком усилие подачи для них является чрезмерным. Так, результаты замера усилия подачи, развиваемого податчиком типа КЦМ, проведенные инженером Самойловым П. А. в лаборатории кафедры Горные машины и рудничный транспорт ТПИ (рис. 10), показывают, что при скоростях бурения 150—200 мм/мин, которые практически достигаются при бурении шпуров молотком ОМ-506 в горных породах высокой крепости, податчик КЦМ-4 при давлении сжатого воздуха 4—5 атм развивает усилие подачи 90—120 кг. Это значительно превышает усилия подачи, при которых молотки ОМ-506 работают устойчиво.

Проведенные нами исследования показывают, что винтовые податчики типа КЦМ-4 могут обеспечивать некоторое колебание корпуса молотка вдоль

податчика во время бурения и отход его от ограничительного буртика бура. Это может быть достигнуто в податчике типа КЦМ-4 лишь тогда, когда винтовая пара и планетарный редуктор выполнены как не самотормозящие.

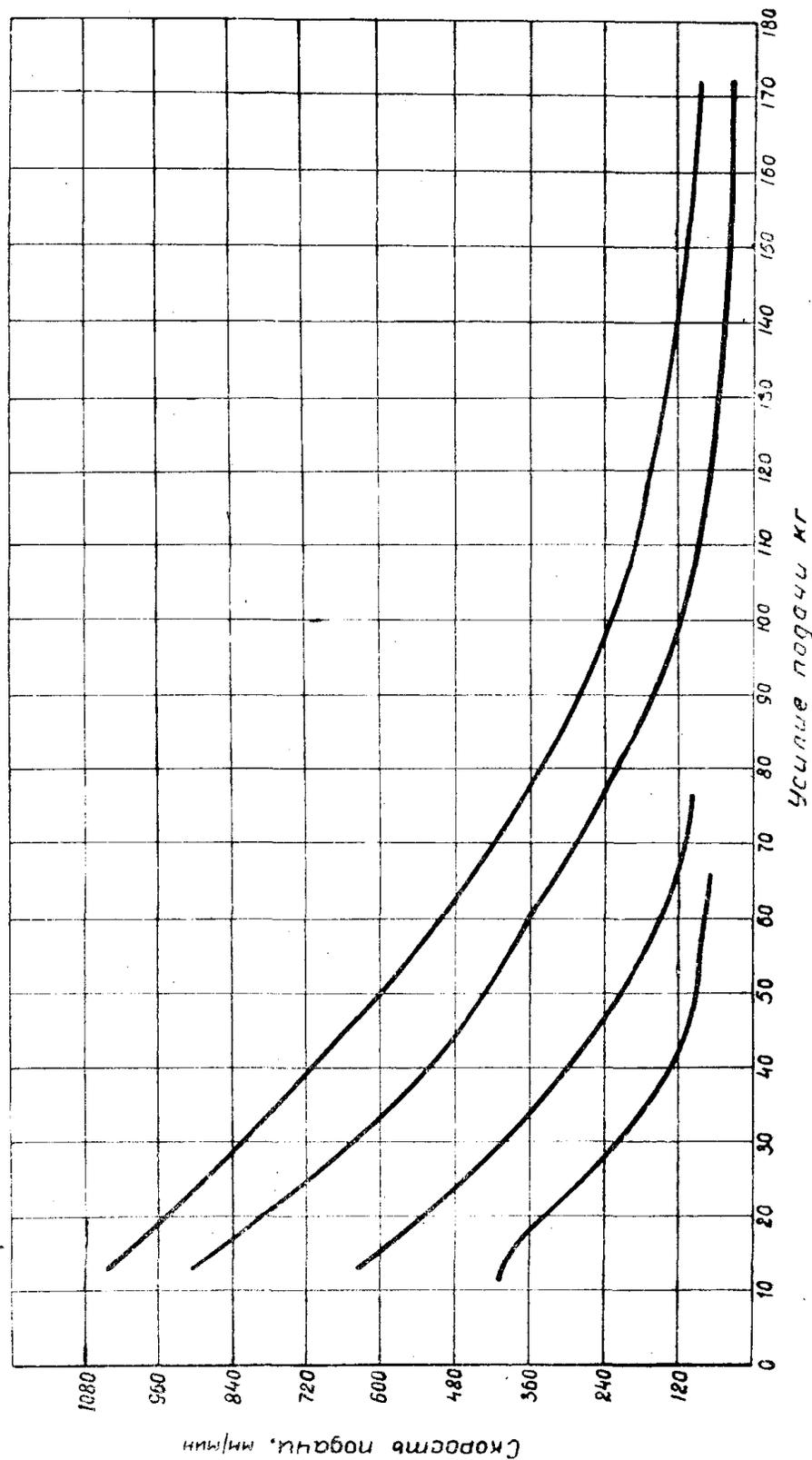


Рис. 10. Зависимость скорости подачи от усилия, развиваемого винтовым податчиком типа КЦМ-4.

механизмы. Для этой цели, например, ходовой винт податчиков КЦМ изготовляют 4-заходный с шагом резьбы 25,4 мм, что при среднем диаметре

резьбы 24,4 дает угол подъема резьбы $17^{\circ}40'$. В этом случае продольные колебания молотка преобразуются во вращательно-колебательные движения ходового винта, водила сателлитов планетарного механизма и ротора пневмодвигателя. В качестве упруго демпфирующего элемента здесь служит сжатый воздух, подведенный к пневматическому двигателю податчика. Но для отхода назад корпус молотка, установленный на податчике типа КЦМ должен преодолеть значительные сопротивления, так, для движения корпуса молотка назад при двигателе податчика, отключенном от воздушной сети, к корпусу работающего молотка необходимо приложить дополнительное усилие в продольном направлении порядка 35—45 кг, а при неработающем молотке—100—120 кг. Вследствие этих сопротивлений податчики типа КЦМ обеспечивают более „жесткую“ подачу молотка, чем поршневые. Это отрицательно сказывается на устойчивости работы молотков при бурении, приводит к значительным динамическим нагрузкам на установочные приспособления. В частности, в результате этого подающие устройства и манипуляторы, на которых устанавливаются, податчики типа КЦМ должны быть более прочные и жесткие, чем для установки поршневых податчиков.

Мы считаем, что винтовые податчики с пневматическим двигателем могут успешно применяться как для более тяжелых, так и для более легких молотков, чем КЦМ-4, только в том случае, если их параметры будут специально рассчитаны для данного типа молотка. Исходные данные для расчета таких податчиков для молотков ПМ-508, ОМ-506, РП-17 могут быть получены из экспериментальных исследований, проведенных по предложенной выше методике [4].

В последние годы ряд иностранных фирм широко рекламирует винтовые податчики с неподвижным винтом и подвижной ходовой гайкой, установленной в корпусе бурильного молотка и приводимой в движение от неворотного механизма молотка или от специального двигателя, который одновременно приводит во вращение бур. Такое конструктивное решение упрощает податчик и несколько усложняет конструкцию молотка. Достаточно подробных описаний данных податчиков и опыта их эксплуатации мы не встретили.

Часто винтовые податчики типа КЦМ называют автоподатчиками. Такое название видимо обосновывается тем, что эти податчики могут автоматически обеспечивать скорость подачи бурильного молотка на забой, равную скорости бурения. Что же касается автоматизации подачи в полном смысле этого слова, то есть когда податчик автоматически обеспечивает устойчивую работу молотка на оптимальных режимах и не требует ежеминутного вмешательства бурильщика, то винтовые податчики известной нам конструкции этого не обеспечивают. Не могут обеспечить этого и автоматические дифференциально-винтовые податчики, предложенные Сидоренко [12], так как принцип автоматизации, осуществляемый ими, заключается в автоматическом поддержании скорости подачи, равной скорости бурения и постоянного усилия подачи.

Исходя из ранее сформулированных требований к автоматизации подачи бурильных молотков Алабужевым П. М., Алимовым О. Д. совместно с работниками ТЭМЗа, в 1953 г. была разработана конструкция двухдифференциального автоматического податчика, который может быть рекомендован для колонковых пневматических и электропневматических бурильных молотков, имеющих непрерывный поворот бура. Конструкция автоматического податчика обеспечивает автоматическое изменение скорости и усилия подачи в зависимости от скорости продвижения шпура и сопротивления вращению бура в шпуре.

Автоматическое изменение скорости и усилия подачи в зависимости от вышеуказанных фактов осуществляется при помощи двух кинематически

связанных между собой дифференциалов — винтового и шестеренчатого. Принципиальная схема автоподатчика приведена на рис. 11. Привод механизмов вращения бура и подачи бурильного молотка осуществляется от общего электродвигателя. Оба механизма кинематически связаны между собой и находятся в передней части корпуса бурильного молотка.

Вращение от электродвигателя 1 (рис. 11) передается через зубчатую передачу 2, 3, 4 зубчатому колесу 5, которое является водилом пальцев.

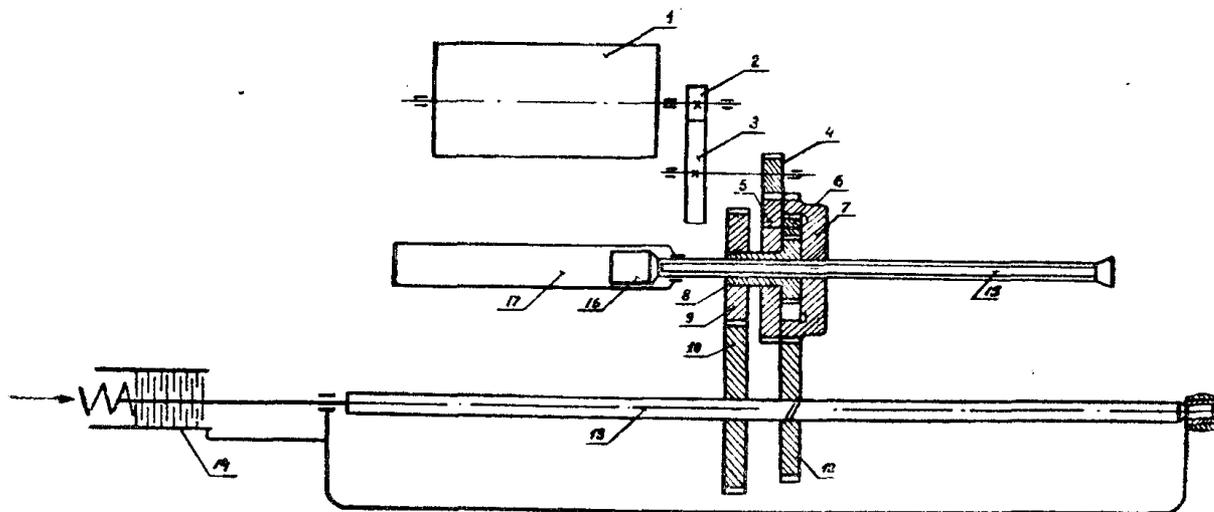


Рис. 11. Принципиальная схема двухдифференциального автоподатчика.

сателлитов 6 неравнобокого цилиндрического дифференциала, распределяющего движение на вращение бура (зубчатые колеса 7 и бур 15) и подачу бурильного молотка на забой (зубчатые колеса 7, 12 и ходовой винт 13). Два ведомых зубчатых колеса 7 и 8 дифференциала могут вращаться со скоростью, равной скорости вращения колеса-водила 5, только при определенном соотношении преодолеваемых полюсами дифференциала моментов — момента сопротивления вращению бура и момента сопротивления вращению ходового винта. Зубчатое колесо 7 при помощи шестигранной ступицы-втулки передает вращение буру 15 и одновременно при помощи внешнего зубчатого венца — зубчатому колесу 12. Зубчатое колесо 12 имеет ступицу, выполненную в виде гайки, которая при вращении может навинчиваться на ходовой винт 13 или свинчиваться с него. Зубчатое колесо 12 может перемещаться вдоль винта только одновременно с корпусом бурильного молотка, поэтому при навинчивании гайки колеса 12 на винт 13 происходит подача бурильного молотка вправо — на забой, а при свинчивании — отвод бурильного молотка влево — от забоя.

Ходовой винт 13, закрепленный в двух опорах корытообразного корпуса податчика 11 в свою очередь тоже приводится во вращение при помощи зубчатых колес 6, 8, 9 и 10. Последнее вращает ходовой винт 13 при помощи ступицы с двумя внутренними шпоночными выступами, входящими в продольные пазы ходового винта 13, так как шпоночные пазы прорезаны на всю длину винта 13, то зубчатое колесо 10, вращая винт 13, может одновременно вместе с корпусом бурильного молотка перемещаться вдоль корпуса податчика. Передаточные числа зубчатых передач 7, 12 и 9, 10 подобраны таким образом, что при одинаковом числе оборотов зубчатых колес 7 и 9, равном числу оборотов зубчатого колеса-водила 5, зубчатое колесо 12 делает на Δn оборотов в минуту больше, чем зубчатое колесо 10 и винт

13. Если при этом шаг винтовой резьбы равен h , скорость подачи бурильного молотка на забой будет равна

$$v = \Delta n \cdot h. \quad (1)$$

Подача со скоростью, вычисленной по формуле (1), будет происходить лишь в том случае, если крутящий момент, необходимый для вращения бура и подачи, которым нагружается одна полуось шестеренчатого цилиндрического дифференциала, соответствует моменту сопротивления вращению ходового винта, которым нагружается вторая полуось дифференциала. Момент сопротивления вращению ходового винта создается искусственно, при помощи фрикционной многодисковой муфты 14. В случае заклинивания лезвия бура в трещине горной породы, заштыбования шпура или увеличении крепости породы при одинаковой скорости подачи неминуемо должен был бы увеличиваться момент сопротивления вращению соответствующей полуоси дифференциала. А так как он не может быть больше величины, определяемой (моментом на второй полуоси и конструкцией дифференциала (соотношением плеч), то соответственно уменьшится скорость вращения зубчатых колес 7, 12 и увеличится скорость вращения зубчатых колес 8—10. В результате этого уменьшится скорость подачи. При $n_{12} = n_{10}$ скорость подачи будет равна нулю; при $n_{12} < n_{10}$ бурильный молоток будет отводиться от забоя до тех пор, пока момент сопротивления вращению бура не уменьшится до расчетного.

Наоборот, при уменьшении сопротивления подачи или сопротивления вращению бура подача молотка будет производиться с большей скоростью. Максимальная скорость подачи молотка на забой будет равна $v_{\text{макс}} = n_{12\text{макс}} \cdot h$, при $n_{13} = 0$, то есть, когда бур не испытывает никаких сопротивлений, например, в случае подачи молотка на забой после смены инструмента. Необходимый режим работы бурильного молотка, величина усилия подачи и крутящего момента устанавливается соответствующей затяжкой пружины, сжимающей диски тормозной муфты. Быстрый отвод бурильного молотка от забоя может осуществляться за счет реверсирования двигателя при той же затяжке фрикционной муфты. Опробование указанного податчика в лабораторных условиях подтвердило работоспособность конструкции. При дальнейшей конструктивной разработке указанной схемы податчика для конкретной машины необходимо попытаться заменить многодисковую фрикционную муфту гидравлическими нагрузочными устройствами, допускающими регулировку нагрузки в широких пределах.

Цепные и другие типы податчиков

Для подачи тяжелых бурильных молотков типа КТ-70 Криворожским заводом „Коммунист“ был изготовлен цепной пневматический податчик ПП-6 (рис. 12) по типу цепного податчика *Ingersoll-Rand*, широко применяемого на открытых разработках. Бурильный молоток перемещается по направляющим. На переднем и заднем концах направляющих укреплены звездочки. Эти звездочки служат для направления приводной ролико-пластинчатой цепи, концы которой укреплены на корпусе бурильного молотка. Цепь приводится в движение пневматическим поршневым двигателем, который подвешен к нижней части направляющих. Для лучшей центровки бура при забуривании в передней части направляющих укреплен специальная муфта (люнет).

Податчик устанавливается на траверсе между двумя винтовыми распорными колонками. Наружная винтовая резьба распорных колонок позволяет с помощью специальных гаек перемещать траверсу с податчиком по вертикали. В то же время конструкция зажимного хомута траверсы позволяет

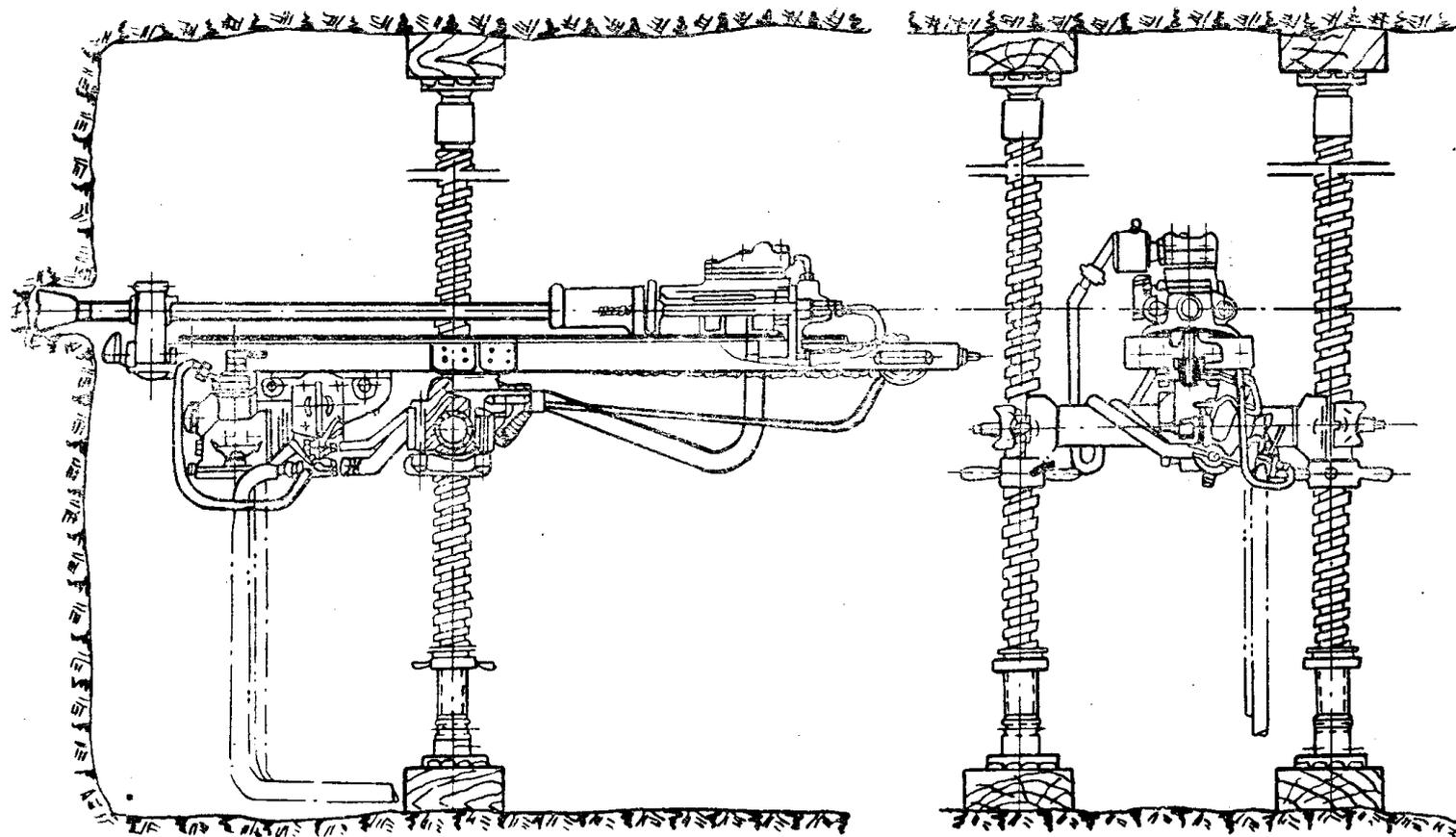


Рис. 12. Цепной пневматический податчик ПП-6.

поставить податчик под некоторым углом наклона к горизонту и оси траверсы.

Техническая характеристика податчика ПП-6:

1. Длина податчика —	2000 мм
2. Вес податчика —	160 кг
3. Ход податчика —	1000 мм
4. Осевое усилие подачи —	300 кг
5. Расход воздуха —	0,8 м ³ /мин
6. Мощность пневмодвигателя —	1,25 л. с.
7. Тип пневмодвигателя —	МП-4
8. Рабочее давление сжатого воздуха —	5—7 атм
9. Вес колонок с траверсой —	118 кг

Эксплуатация цепных податчиков бурильных молотков в подземных условиях Криворожья показала, что установка цепного податчика на двух распорных колонках очень трудоемка, требует значительных физических напряжений рабочих и относительно большего вспомогательного времени даже при бурении глубоких скважин, когда не требуется частая перестановка бурильного молотка. Приводные цепи вследствие больших динамических нагрузок часто выходят из строя. С большим успехом цепные податчики применяются на открытых разработках. В этих случаях их устанавливают на специальных трехколесных тележках. Это позволяет значительно сократить время на вспомогательные операции. Простота подающего устройства при применении цепи позволяет изготавливать податчики со значительным ходом подачи (4 и более метров), что для бурения на открытых разработках особенно важно.

Надежная работа цепи при динамических нагрузках может быть обеспечена за счет соответствующего качества изготовления ее и предусмотрения в устройстве для натяжения цепи соответствующих упругих элементов.

В последние годы в Западной Германии были созданы тяжелые машины для так называемого ударно-вращательного бурения, при котором машина подается на забой с усилием до 2 тонн. Эти машины снабжаются речечными податчиками. Применение речечных податчиков, повидимому, объясняется тем, что винтовые и цепные податчики для этих условий оказались недостаточно прочными.

Наибольшей производительности бурения шпуров и наибольшей скорости проходки выработок новаторы производства добиваются при установке бурильных молотков на манипуляторах погрузочных машин или на специальных буровых тележках (рис. 13).

По нашему мнению в современных условиях проведения подготовительных выработок (широкое применение двухпутевых выработок, прохождение однопутевых выработок увеличенного сечения, для двух трехтонных вагонеток; применение для погрузки в основном машин прерывистого действия) наиболее целесообразно в двухпутевых выработках манипуляторы устанавливать на специальных тележках так, чтобы обеспечить одновременную работу 5—8 бурильными молотками. Для однопутевых выработок, при редко встречающихся разминовках, манипуляторы лучше устанавливать на погрузочных машинах или на малогабаритных буровых тележках. Для установки пневматических бурильных молотков на буровых тележках необходимо применять длинноходовые податчики с величиной хода несколько большей длины шпура. Это позволит увеличить производительность труда за счет сокращения времени на замену инструмента и сократит расход самого инструмента. Так, по данным *Paul Schulz* [13] при бурении четырьмя бурильными молотками с помощью поддержек 60 м шпуров в одном забое было пробурено за 420 мин, в то время как при бурении двумя бурильными

молотками, установленными на длинноходовых податчиках системы *Bohrteufel* время бурения составило 189 мин. Бурение производилось по песчаникам с колчеданистыми включениями. Количество пробуренных шпурометров во время сравнительных испытаний составило 3680. За это время при бурении с податчиков было всего 9 поломок буровых штанг, а при бурении с руки в равных условиях поломок было почти в десять раз больше.

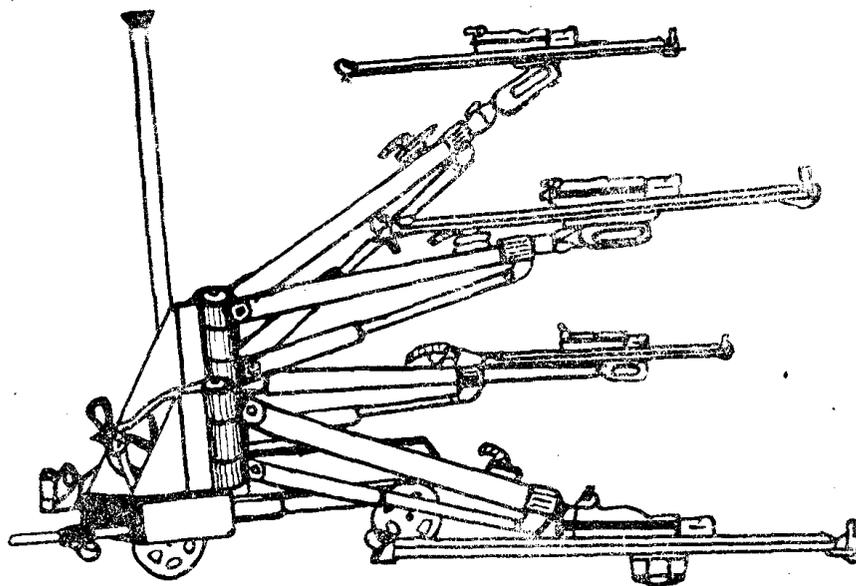


Рис. 13. Четырехмолотковая буровая каретка.

Выводы

1. Существующие в настоящее время в практике подающие устройства бурильных молотков не обеспечивают полной автоматизации подачи бурильного молотка на забой.

2. Наиболее приемлемыми типами податчиков для легких бурильных молотков типа РП-17, ПМ-508 и ОМ-506 являются поршневые податчики типа ПК-1 и АП-1 и винтовые податчики типа КЦМ, при правильном подборе их основных характеристик. Автоматические податчики для этих типов молотков могут быть созданы на основе поршневых податчиков с подающим цилиндром, расположенным по оси молотка.

3. Для тяжелых бурильных молотков наиболее целесообразными являются винтовые, цепные и реечные податчики. Для дальнейшего исследования и создания на этой основе автоматических податчиков для тяжелых бурильных молотков значительный интерес представляют винтовые податчики снабженные дифференциальными механизмами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алабужев П. М., Алимов О. Д. Влияние усилия подачи и угла поворота бура между ударами на скорость бурения. Известия ТПИ, т. 75, 1954.
2. Алимов О. Д. Влияние усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 75, 1954.
3. Алимов О. Д., Басов И. Г. Рациональные усилия подачи бурильного молотка ПМ-508 при бурении горных пород различной крепости. Известия ТПИ, т. 88, 1956.
4. Алимов О. Д., Басов И. Г., Горбунов В. Ф. Методика лабораторного исследования влияния усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 88, 1956.

5. Справочник по горнорудному делу. Том 1. Металлургиздат, 1952.
6. В о р о ш и л и н И. Р. Механизация горных работ. Metallurgizdat, 1952.
7. Т о т р о в Г. В. Горные машины. Metallurgizdat, 1952.
8. Colliery Engineering, № 1, 1954.—Airleg-mounted drill.
9. C. H. Vivian—New Speed Records in Advancing such a Bore are Claimed by Tonawanda Crews. Compressed Air Magazine, № 2, 1955.
10. Т р о ф и м о в П. Ф. Автоматические податчики для перфораторов. Геология и горное дело. Труды института цветных металлов и золота им. М. И. Калинина, № 16, 1947.
11. С и д о р е н к о А. К. Автоматизация подачи пневматических бурильных молотков. Горный журнал № 11, 1954.
12. Paul Schulz.—Bohrmaschine-Vorschubgerät Bohrteufel. Glückauf, № 33/34, 1953.
13. Б е н у н и А. X. Скоростные методы проходки. Metallurgizdat, 1946.