

П. А. САМОЙЛОВ

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВИНТОВЫХ ПОДАТЧИКОВ КЦМ-4

(Представлено кафедрой горных машин и рудничного транспорта)

Темпы роста горной и горно-рудной промышленности, намеченные XXII съездом КПСС, настоятельно требуют дальнейшего совершенствования и создания новых высокопроизводительных бурильных машин и их установочно-подающих устройств.

Как показывает опыт и специально поставленные исследования [1], совершенство установочных и подающих устройств, являющихся важнейшими элементами буровых машин, в значительной степени влияет на их производительность, улучшение и облегчение труда бурильщиков.

При испытании некоторых типов бурильных молотков с поршневых и винтовых податчиков установлено, что скорости бурения этими молотками на оптимальных режимах получаются большими в случае работы их с поршневого податчика. В среднем можно считать, что молотки, например, типа КЦМ-4, РН-754-1W и Т-10 при работе с поршневого податчика (для случая бурения песчаника) дают увеличение скорости бурения, по сравнению с работой на винтовом податчике КЦМ-4, соответственно на 8, 16 и 38%.

Однако винтовой податчик КЦМ-4 много проще в изготовлении, легче по весу и удобнее в эксплуатации. Поэтому представлялось целесообразным провести исследования именно этого податчика с целью установить пути по его совершенствованию.

Анализируя причины более высоких скоростей бурения при работе бурильных молотков с поршневого податчика было замечено, что винтовой податчик КЦМ-4 на оптимальных режимах обеспечивает более жесткий (с меньшими амплитудами колебания) характер подачи молотка на забой. И это, конечно, в какой-то мере сказывается на уменьшении скорости бурения, но в полной мере не объясняет требуемого.

Учитывая вместе с тем установленное рядом исследований [2, 3 и др.] существенное влияние на скорость бурения усилия подачи молотка на забой, ответ нужно искать в различии усилий подачи при работе молотков на оптимальных режимах. В связи с этим необходимо знать усилия, с которыми молоток, работая на винтовом податчике, подавался в процессе бурения на забой. Следует заметить, что в процессе испытания молотков с винтового податчика замерялось не усилие подачи (это было трудной задачей), а давление воздуха, подводимого к двигателю податчика.

Усилия подачи, обеспечиваемые винтовым податчиком на исследованных режимах, можно определить, если снять механические характе-

ристики двигателя податчика, т. е. зависимости крутящего момента от числа оборотов на ведущем валу двигателя или на ходовом винте податчика. По этим характеристикам, зная параметры ходового винта и задаваясь величиной угла трения винтовой пары, легко установить требуемое усилие подачи. Однако этот метод, как и некоторые другие косвенные методы определения требуемых величин, недостаточно точен.

Поэтому мы пошли по другому пути — по пути непосредственного снятия тяговых характеристик винтового податчика, т. е. зависимостей усилий подачи от скоростей подачи при различных давлениях воздуха, подводимого к двигателю податчика.

Тяговые характеристики винтового податчика КЦМ-4 снимались на специально сконструированном и изготовленном нами стенде (рис. 1). Поясним устройство стенда и методику проведения опытов.

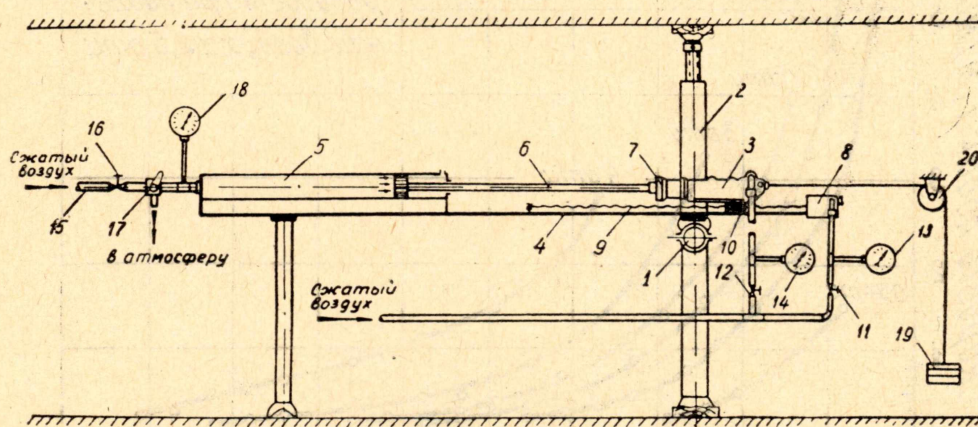


Рис. 1. Схема стенда для снятия тяговых характеристик винтового податчика КЦМ-4.

На рукаве 1 винтовой распорной колонки 2 закрепляется испытуемый винтовой податчик с бурильным молотком 3. К переднему концу рамы 4 податчика прикрепляется пневмодократ 5, служащий для создания противодействия движущемуся бурильному молотку. Шток 6 пневмодократа 5 упирается в переднюю часть молотка через стакан 7. Этот стакан предотвращает вращение штока пневмодократа поворотной буксой молотка при его работе.

Подача молотка осуществляется двигателем податчика 8 через ходовой винт 9 с гайкой 10. Давление воздуха, подводимого к двигателю податчика и молотку, регулируется вентилями 11, 12 и контролируется по манометрам 13 и 14. Подвод сжатого воздуха к пневмодократу производится через трубу 15, в разрез которой вмонтирован вентиль 16 и кран 17. Эта арматура служит для регулирования давления воздуха, подводимого к пневмодократу. Контроль за давлением воздуха при этом осуществляется по манометру 18.

В ходе испытаний выяснилось, что двигатель податчика при подводимом к нему давлении воздуха более 3 *ати*, малых скоростях подачи (менее 0,5 *м/мин*) и работающем молотке развивает значительно большие усилия подачи, чем обеспечивает установленный пневмодократ. Поэтому недостающее противодействие стали создавать грузом 19, подвешенным к молотку через блок 20.

Испытания податчика были проведены при работающем молотке на подводимом к двигателю давлении воздуха от 0,5 до 4 *ати*. Причем смена давления воздуха до 2 *ати* производилась через 0,5 *ати*, а выше 2 *ати* — через 1 *ати*.

Противодавление движению молотка, создаваемое пневмодомкратом, изменялось через 0,25; 0,5 и 1 *ати*, т. е. через 8, 16 и 32 кг, что позволило получить достаточное количество точек на каждой кривой тяговых характеристик. Для подсчета скоростей подачи молотка во время опытов замерялись путь, проходимый молотком, и время его движения. Причем путь замерялся стальной линейкой с точностью до 1 мм, а время засекалось секундомером с точностью до 0,2 сек.

Полученные в ходе испытания тяговые характеристики винтового податчика КЦМ-4 при работающем бурильном молотке приведены на рис. 2.

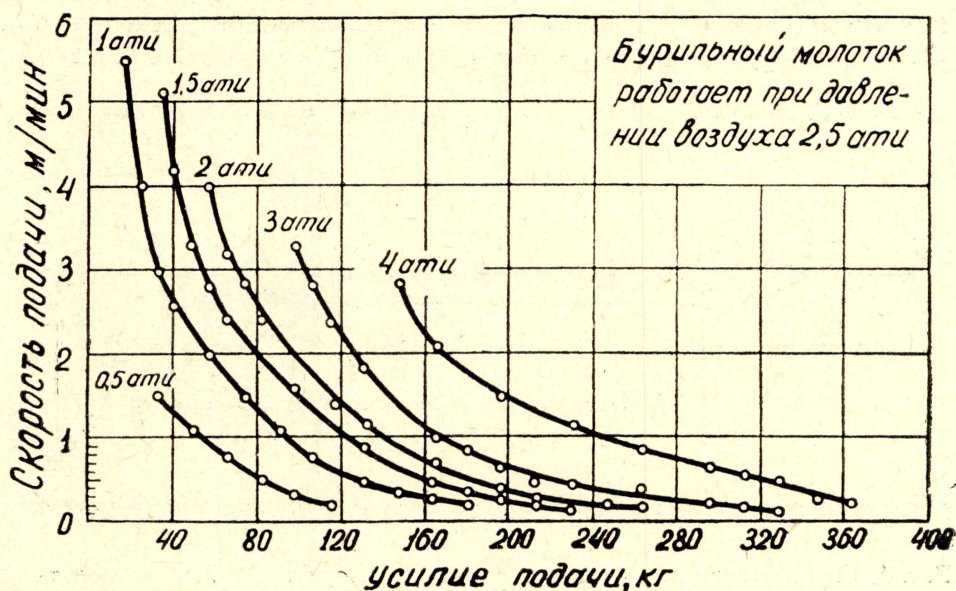


Рис. 2. Тяговые характеристики винтового податчика КЦМ-4.

Необходимо отметить, что тяговые характеристики податчика при включенном бурильном молотке были получены при работе молотка на давлении воздуха равном 2,5 *ати*. Большее давление воздуха у молотка, как показали наши дополнительные испытания, не оказывает существенного влияния на тяговую способность податчика. Кроме того, при давлении воздуха 2,5 *ати* бурильный молоток мог работать вхолостую более длительно без опасения вывести его из строя.

Как видно из рис. 2, тяговые характеристики винтового податчика КЦМ-4 представляют собой семейство кривых гиперболического вида. Математическая обработка результатов опытов показала, что эти кривые могут быть описаны формулой

$$P_n = \frac{(7,6p^5 - 73,5p^4 + 281,7p^3 - 491,2p^2 + 398,3p - 144,9) v_n}{(0,2p^2 - 0,5p + 1,3) v_n + 1} + \frac{90,5p + 112,8}{(0,2p^2 - 0,5p + 1,3) v_n + 1}, \quad (1)$$

где P_n — усилие подачи, кг;

v_n — скорость подачи, м/мин;

p — давление воздуха, подводимого к двигателю податчика, *ати*.

Установленные экспериментально, а также вычисленные по формуле (1) значения усилий подачи, обеспечиваемые винтовым податчиком КЦМ-4, говорят о том, что бурильные молотки с этим податчиком

работают на оптимальных режимах с большими (табл. 1), чем с поршневым податчиком, усилиями подачи. При больших же усилиях подачи молотка на забой получаются меньшие по величине отходы корпуса молотка от ограничительного буртика бура, приводящие, как известно [4], к ухудшению внутреннего рабочего процесса молотка и снижению к. п. д. передачи энергии удара в системе «поршень — бур — порода». А отсюда и меньшая, чем при поршневом податчике, скорость бурения.

Таблица 1

Тип бурильного молотка	КЦМ-4			RH-754-IW			T-10		
Давление воздуха, подводимого к молотку, <i>ати</i>	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Оптимальные усилия подачи (в кг), при работе молотка с поршневым податчиком	80	105	135	70	90	105	90	115	135
Оптимальные давления воздуха (в <i>ати</i>), подводимого к двигателю податчика, при работе молотка с винтовым податчиком КЦМ-4	0,75	1,0	1,25	0,75	1,0	1,25	1,25	1,75	2,0
Скорости бурения (в <i>мм/мин</i>), полученные на оптимальных режимах работы молотка с винтовым податчиком КЦМ-4	251	350	470	324	397	527	340	441	574
Усилия подачи (в кг), обеспечиваемые винтовым податчиком КЦМ-4, при оптимальных давлениях воздуха, подводимого к его двигателю	138	145	148	129	139	142	164	180	182

Примечание: Оптимальные усилия подачи для поршневого податчика, оптимальные давления воздуха, подводимого к двигателю винтового податчика КЦМ-4 и скорости бурения на оптимальных режимах получены при исследованиях бурильных молотков с этими податчиками по песчанику с коэффициентом крепости $f=6-8$. Усилия подачи, обеспечиваемые винтовым податчиком КЦМ-4 на оптимальных давлениях воздуха (p), подводимого к его двигателю, для $p=1$ и 2 *ати* установлены по тяговым характеристикам (рис. 2), а для $p=0,75, 1,25$ и 1,75 *ати* рассчитаны по формуле (1).

Усилие подачи винтовых пар определяется по следующей, известной из прикладной механики [5] формуле

$$P_n = \frac{2M_{кр}}{d_{ср} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)}, \quad (2)$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент, приложенный к винту;

$d_{ср}$ — средний диаметр винта;

α — угол наклона винтовой линии;

ρ — угол трения резьбы винта.

Из формулы (2) видно, что величина усилия подачи при прочих равных условиях находится в обратно пропорциональной зависимости от угла наклона винтовой линии винта. Таким образом, естественно

предположить, что меньшие усилия подачи на оптимальных режимах работы бурильных молотков и, соответственно, увеличение скорости бурения молотком, установленным на винтовом податчике, можно получить, имея ходовой винт податчика с большим углом наклона винтовой линии.

Такой винтовой податчик (типа ПВД-1) был создан при участии автора на кафедре горных машин и рудничного транспорта Томского политехнического института. Его ходовой винт имеет угол наклона винтовой линии $22^{\circ}20'$, вместо $17^{\circ}40'$ у винтового податчика КЦМ-4.

Сравнительные испытания винтового податчика ПВД-1 и КЦМ-4 показали, что податчик ПВД-1 дает увеличение скорости бурения в среднем на 35%. Следовательно, выявленный путь совершенствования винтового податчика заслуживает внимания. Требуются дальнейшие исследования по установлению оптимального угла наклона винтовой линии ходового винта податчика, что, нужно надеяться, должно привести к созданию высокопроизводительно винтового податчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Алимов, П. А. Самойлов. Некоторые результаты испытания опытных образцов длинноходовых податчиков. Известия ТПИ, т. 108. Исследование бурильных машин. Металлургиздат, 1959.
2. О. Д. Алимов. Влияние усилия подачи на скорость бурения пневматическими бурильными молотками. Известия ТПИ, т. 75, Томск, 1954.
3. И. Г. Басов. Исследование влияния усилия подачи на скорость бурения и режим работы пневматических бурильных молотков. Кандидатская диссертация, ТПИ, Томск, 1958.
4. В. Ф. Горбунов. Экспериментальное исследование рабочего процесса пневматических бурильных молотков. Кандидатская диссертация, ТПИ, Томск, 1958.
5. В. С. Поляков, В. Н. Кудрявцев, М. П. Зубанов, А. С. Аносов, И. Д. Барбаш, В. Д. Мягков. Детали машин. Машгиз, 1953.