

сывает замкнутую шатунную кривую. Параметрические уравнения этой кривой имеют вид:

$$X = a \cdot \cos \lambda + d \cos (\delta + \lambda)$$

$$Y = a \cdot \sin \lambda + d \cdot \sin (\delta + \lambda) .$$

Расчеты формы шатунной кривой, выполненные на ЭВМ, позволили получить возможные траектории движения породоразрушающего инструмента (рис. 2, б). Шатунная кривая четырехзвенника - трициркулярная кривая шестого порядка, которая может иметь с окружностью 2, 4 или 6 общих точек ( $n$  - число точек перегиба,  $m$  - число узловых точек самопересечения). В большинстве рассмотренных вариантов шатунная кривая имеет форму эллипса ( $n = m = 0$ ). Наиболее близки к треугольной форме шатунные кривые при условии  $n = 0$  и  $m = 3$ .

Анализ шатунного четырехзвенника показал, что если породоразрушающий инструмент будет расположен в точке  $D$ , то он опишет предельные очертания поперечного сечения скважины. А существенными ограничивающими условиями для нормальной работы механизма будут следующие:

- необходимость вписывания всех звеньев в сечение, ограниченное шатунной кривой;
- необходимость установки группы инструментов для разрушения всей поверхности забоя;
- обеспечение эффективной очистки забоя скважины от буровой мелочи.

УДК 622.23.055.8

МАМЕТЬЕВ Л.Е., АНАНЬЕВ А.Н. (Кузбасский государственный технический университет)

#### ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Обоснованы параметры технологической схемы и шнекового оборудования для эффективного бурения горизонтальных скважин большого диаметра

Практикой установлено, что, несмотря на высокую степень механизации процессов разрушения и удаления грунта при бурошнековым

способе проведения подземных переходов и на более высокую, чем при продавливании с ручной разработкой, скорость проходки скважин, энергетические и стоимостные затраты этих способов при диаметрах скважин более 1200 мм отличаются незначительно.

Это объясняется тем, что с ростом диаметра подземного перехода возрастают масса и геометрические параметры бурового оборудования и, как следствие, растут габариты буровых установок и увеличивается установочная мощность привода. Все это приводит к увеличению трудоемкости обслуживания установок, а также к значительному удорожанию проходческих работ [1].

Для эксплуатации в стесненных условиях наиболее рационально применение технологической схемы двухэтапного проведения горизонтальных скважин большого диаметра путем бурения пионерной скважины малого диаметра с последующим разбуриванием ее расширителем.

Двухэтапное бурение горизонтальных скважин включает в себя разрушение забоя скважины расширителем прямого или обратного хода, погрузку продуктов разрушения в зону работы шнекового бурового става и транспортирование их к устью скважины. Нередко процесс бурения совмещен с креплением скважины обсадными трубами.

Транспортирование продуктов разрушения из призабойной зоны к устью скважины требует значительных затрат энергии, что снижает скорость и ограничивает длину бурения. Большая энергоемкость транспортирования и низкий КПД являются основными недостатками шнековых транспортеров [2].

В работе [3] в качестве одного из путей повышения эффективности бурения предлагается увеличивать мощность, подводимую к буровому ставу, и тем самым повысить КПД бурового става, который определяется как

$$\eta = \frac{N_p + N_n + N_w}{N} = 1 - \frac{N_x}{N} = 1 - \frac{M_x}{M}, \quad (1)$$

где  $N$  - мощность, подводимая к буровому ставу

$$N = N_p + N_n + N_w + N_x, \quad (2)$$

где  $M_x$  - момент холостого вращения бурового става;  $M$  - момент на валу бурового става при бурении;  $N_p$ ,  $N_n$ ,  $N_w$ ,  $N_x$  - мощность, расходуемая соответственно на разрушение забоя, погрузку продуктов разрушения в зону работы шнекового бурового става, перемещение продуктов разрушения, холостое трение бурового инструмента о стенки скважины.

Подведение к буровому ставу большой мощности и увеличение крутящего момента на нем требует увеличения прочности вала бурового става.

При расчете на прочность диаметр вала с круглым сплошным сечением приближенно определяют по формуле

$$d_0 = 11 \cdot 10^{-2} \sqrt{N/n}, \quad (3)$$

где  $n$  - частота вращения вала.

Валы шнековых буровых ставов изготавливаются из труб. Сплошной вал и труба будут равнопрочными если будут равны их моменты сопротивления в сечении

$$\frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi d_r^3}{32} \left(1 - \frac{d_0^4}{d_r^4}\right), \quad (4)$$

где  $d_r$  - наружный диаметр трубы;  $d_0$  - внутренний диаметр трубы.

Подставив в равенство (4) значения моментов сопротивлений и с учетом (3), получаем

$$d_0 = \sqrt{d_r^4 - 11^3 \cdot 10^{-8} N d_r / n}. \quad (5)$$

Погонный вес бурового става  $G_n$  равен

$$G_n = (d_r^2 - d_0^2) \pi \gamma_c / 4 + G_{нл},$$

где  $G_{нл}$  - погонный вес лопасти;  $\gamma_c$  - удельный вес стали.

Подставляем  $d_0$  из (4) в выражение (5)

$$G_n = \pi \gamma_c \left[ d_r^2 - \sqrt{d_r^4 - 11^3 \cdot 10^{-8} N d_r / n} \right] + G_{нл}. \quad (6)$$

Крутящий момент на валу шнекового бурового става определяется как

$$M = 9750 \frac{N}{n}. \quad (7)$$

Из уравнения (6) с учетом (7) видно, что погонный вес бурового става является функцией крутящего момента, который передает шнековый буровой став. Характер этой функции представлен на графике (рис. 1), построенном для шнекового става с наружным диаметром вала  $d_r = 0,133$  м, погонным весом лопасти  $G_{нл} = 240$  Н/м.

Момент холостого вращения бурового става можно приближенно определить как

$$M_x = G_n R_w f_{тр} L, \quad (8)$$

где  $R_w$  - радиус шнека;  $f$  - коэффициент трения шнека о стенки скважины или обсадной колонны;  $L$  - длина шнекового бурового става.

Зависимость момента холостого вращения от крутящего момента на валу бурового става представлена на графиках (рис. 2), построенных на основе формул (6, 7, 8) для шнековых буровых ставов для  $L_1 = 50$  м;  $L_2 = 100$  м, заключенных в обсадную колонну при  $\beta_{тр} = 0,5$ ,  $R_w = 0,24$  м.

Анализ графиков показывает, что увеличение крутящего момента, передаваемого шнековым буровым ставом, ведет к увеличению момента холостого вращения, то есть к повышению потерь мощности на холостое трение.

Таким образом, повышать КПД бурового става путем увеличения мощности, подводимой к нему, нецелесообразно.

Для повышения КПД бурового става и увеличения длины буримых скважин необходимо, в первую очередь, снизить энергоемкость процесса транспортирования продуктов разрушения шнековым буровым ставом из призабойной зоны к устью скважины.

При бурении даже в несложных условиях на транспортирование расходуется более половины потребляемой мощности. При проходке скважин в налипающих породах затраты мощности возрастают еще больше, вплоть до прекращения бурения из-за опрокидывания двигателя вращателя. Это особенно характерно для процесса бурения скважин без одновременного крепления их стенок обсадной трубой. Заштыбовка и "прихват" шнекового бурового става сопровождается не только опрокидыванием двигателя вращателя, но и порывом бурового става. При бурении "голым" буровым ставом наблюдаются значительные отклонения скважин от проектного направления.

Размещение шнекового бурового става в обсадной трубе позволяет бурить практически прямолинейные скважины и избежать прихвата бурового инструмента. При бурении во влажных, склонных к налипанию, породах, продукты разрушения зачастую налипают на лопасти шнекового бурового става, образуя пробки, что приводит к прекращению удаления продуктов разрушения из скважины и самого процесса бурения.

Процесс бурения будет носить устойчивый характер, если соблюдается неравенство

$$Q_p \leq Q_n \leq Q_w, \quad (9)$$

где  $Q_p$  - производительность разрушающего органа;  $Q_n$  - производительность погрузочного органа;  $Q_w$  - производительность шнекового бурового става.

Производительность шнекового бурового става, являющегося

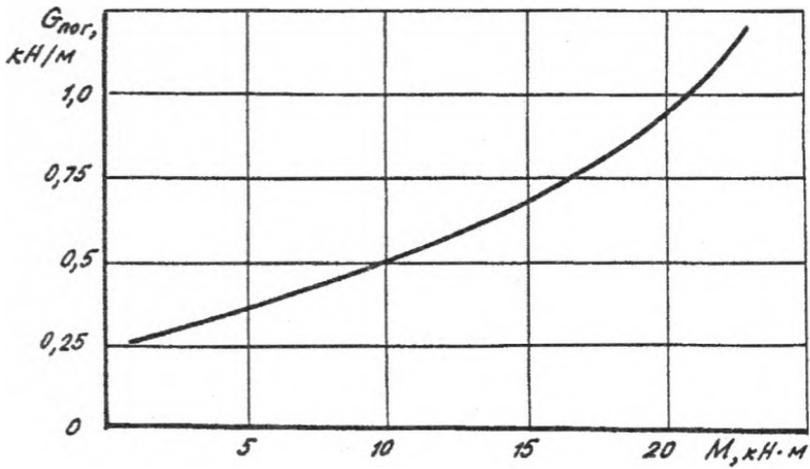


Рис. 1 Зависимость погонного веса шнекового става от максимального крутящего момента на буровом валу

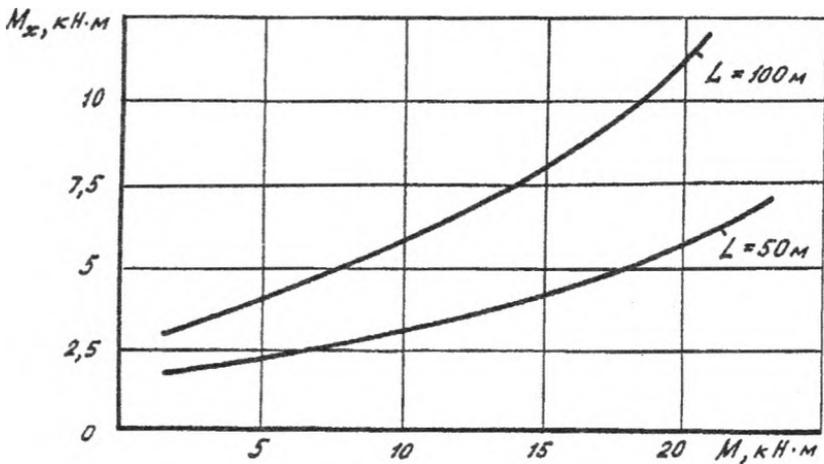


Рис. 2 Зависимость момента холостого вращения шнекового става  $M_x$  от максимального крутящего момента на буровом валу

разновидностью тихоходного конвейера, определяется выражением

$$Q_w = 0,25\pi(D_w^2 - d_r^2) S n \psi, \quad (I0)$$

где  $Q_w$  - производительность шнекового бурового става;  $S$  - шаг винтовой поверхности шнека;  $D_w, d_r$  диаметры шнека и вала бурового става;  $n$  - частота вращения бурового става;  $\psi$  - коэффициент заполнения.

При одинаковых геометрических параметрах и скорости вращения производительность шнекового бурового става определяется величиной коэффициента заполнения. Опыт эксплуатации шнековых конвейеров [2] показывает, что при транспортировании сыпучих материалов увеличивать коэффициент заполнения свыше  $\psi = 0,3$  нецелесообразно из-за возникновения переброса транспортируемого материала через вал шнека. При бурении вязких и склонных к налипанию пород переброс возникает при меньших значениях  $\psi$ .

Физико-механические свойства пород, в которых производится бурение, зачастую известны лишь приблизительно и могут изменяться по длине скважины. Поэтому для предотвращения переброса и залипания шнекового бурового става при бурении величину коэффициента заполнения устанавливают, исходя из наилучших условий ( $\psi < 0,1-0,2$ ).

Производительность рабочего органа по разрушению горной массы можно определить по формуле

$$Q_p = 0,25\pi D_p^2 K_p U_b, \quad (II)$$

где  $D_p$  - диаметр рабочего органа;  $K_p$  - коэффициент разрыхления;  $U_b$  - скорость бурения.

С учетом выражений (9, I0, II) определяется максимальная, исходя из производительности шнекового бурового става, скорость бурения

$$U_{max} = \frac{D_w^2 - d_r^2}{D_p^2 \cdot K_p} \cdot S n \psi. \quad (I2)$$

Низкий коэффициент заполнения сдерживает скорость бурения и не позволяет реализовать возможности расширителей, которые могут быть оснащены современным породоразрушающим инструментом и реализующие эффективные способы погрузки.

Таким образом, для повышения эффективности процесса транспортирования и процесса бурения в целом, в первую очередь, следует решить вопросы снижения мощности, расходуемой на работу шнекового бурового става, повышения коэффициента производительности шнека и

искать простые и эффективные способы борьбы с залипанием и переломом продуктов разрушения в шнековом буровом стае.

### Литература.

1. Маметьев Л.Е. Обоснование и разработки способов бурения оборудования буротнековых машин: Дис ... докт.техн. наук.-Кемерово, 1992. - 492 с.
2. Григорьев А.М. Винтовые конвейера.-М.: Машиностроение, 1972. - 184 с.
3. Субботин В.С. О режиме работы бурового става шнекобуровой машины. /Изв.вузов. Горный журнал, 1977.- № I.- с. 77-82.

К 622.23.05

МАМЕТЬЕВ Л.Е., АНАНЬЕВ А.Н. (Кузбасский государственный технический университет)

### НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПИОНЕРНЫХ СКВАЖИН

В статье приведены новые конструкции рабочих органов для бурения пионерных горизонтальных скважин буротнековыми машинами.

Рабочий орган прямого хода в машинах двухэтапного бурения горизонтальных скважин - основное звено, задающее требуемое направление проходки скважины и прогнозирующее общий успех технологического процесса.

По форме создаваемого забоя рабочие органы и расширители прямого хода разделяются на плоские, конические и ступенчатые [1].

Выбор типа рабочего органа определяется главным образом исходя из назначения, конструктивных особенностей машины и технологии прокладки трубопроводов.

Несмотря на большое конструктивное разнообразие, многие рабочие органы машин горизонтального бурения оснащены короткими зубурниками, жестко прикрепленными к передним частям режущих головок. Предпочтительным является применение таких рабочих органов на машинах горизонтального бурения с совмещенной технологией прокладки кожухов. Использование их на шнековых машинах с отдельной технологией прокладки кожухов возможно лишь при бурении скважин небо-

Ассоциация „Кузбассуглетехнология“

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ № 9

КЕМЕРОВО 1995

Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых: Сб. науч. тр. № 9/ Редкол.: Егоров П.В. (отв. ред.) и др.: Ассоциация "Кузбассуглетехнология" - Кемерово, 1995. - 159 с.

Сборник включает статьи, являющиеся обобщением результатов научных исследований в области технологии горного производства, а также научные рекомендации и разработки, выполненные учеными вузов, научно-исследовательских и производственных коллективов.

Сборник предназначен для инженерно-технических работников угольной и горнорудной промышленности, научно-исследовательских и проектных организаций, а также будет полезен преподавателям и студентам вузов.

Библиогр. 79 назв. Ил. 50. Табл. 15.

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, проф. П.В. Егоров, отв. редактор (г. Кемерово); канд. техн. наук В.Е. Брагин (г. Кемерово); д-р техн. наук, проф. В.Н. Вылегжанин (г. Кемерово); д-р техн. наук, проф. В.Ф. Горбунов (г. Кемерово); д-р техн. наук, проф. Л.М. Ерофеев (г. Кемерово); д-р техн. наук, проф. В.Г. Игишев (г. Кемерово); д-р техн. наук С.И. Калинин (г. Прокопьевск); Б.П. Панжинский (г. Кемерово); канд. техн. наук В.М. Удовиченко (г. Кемерово); канд. техн. наук, доц. Ю.А. Шевелев, отв. секретарь (г. Кемерово).

Печатается по решению НТС ассоциации "Кузбассуглетехнология"

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Брагин В.Е., Шахматов В.Я., Герман П.П. Проблемы реструктуризации угольной промышленности Кузбасса	3
Мазикин В.П., Ремезов А.В., Горностаев С.И. Направление оптимизации горного хозяйства шахт АООТ "Ленинскуголь" на 1994-1996 годы	14
Карасев А.В., Гоголин В.А., Карасев В.А. Особенности геомеханического и газодинамического состояния пласта со сложной структурой	18
Сурков А.В. Исследование пучения почвы подготовительных выработок по глинистым породам в условиях шахт Кузбасса и меры его предотвращения	23
Клыков А.Е., Курзанцев О.С., Ануфриев В.П., Колмогоров В.М., Фадеев П.И. Определение условия работоспособности крепи оградытельно-поддерживающего типа при блочном разрушении пород кровли	31
Буялич Г.Д. Оценка характера взаимодействия крепи с труднообрушаемой кровлей	35
Курзанцев О.С., Ануфриев В.П., Колмогоров В.М., Фадеев П.И. О поперечной устойчивости механизированных крепей оградытельно-поддерживающего типа	38
Егошин В.В., Кухаренко Е.В. Совершенствование трапециевидных крепей	44
Власенко Б.В., Козлов В.И., Рисовер В.Н. Геомеханическая мониторинговая система для угольных шахт-средство обеспечения контроля состояния окружающей среды и безопасности горных работ	54
Дырдин В.В., Янина Т.И., Коньшева Н.И., Захарова Л.В. К вопросу разработки системы контроля опасных проявлений горного давления на оптических элементах	62
Алексеев Д.В., Шевелев Ю.А. Оценка устойчивости трещиноватого массива в неоднородных температурных и термоупругих полях	68
Денисов А.С. Оценка динамического состояния массива пород по фотонной эмиссии	72
Удовицкий В.И. Прогнозирование гранулометрического состава каменных углей Кузнецкого бассейна	75
Бахаева С.П., Бакушкин Р.П. Анализ маркшейдерских наблюдений за устойчивостью бортов разреза им.50-летия Октября	78
Марченко П.А. Об углах сдвижения в диагональных направлениях	84
Гордиенко Б.В., Брагин В.Е. Влияние полноты загрузки ав-	

Гордиенко Б.В., Брагин В.Е., Гордиенко Р.Ф. Об оценке сложности трасс карьерных автодорог	92
Лермонтов Ю.С. Прогнозирование скоростей проведения подготовительных выработок для своевременного воссоздания очистного фронта	94
Богомолов И.Д., Цехин А.М. О новой технологической схеме сооружения восстающих выработок	96
Богомолов И.Д., Цехин А.М. Устройства для бурения нетиповых конструкций скважин	101
Маметьев Л.Е., Ананьев А.Н. Обоснование эффективных параметров процесса шнекового бурения горизонтальных скважин	103
Маметьев Л.Е., Ананьев А.Н. Новые конструкции рабочих органов для бурения горизонтальных пионерных скважин	109
Катанов Б.А. Определение параметров режущей части комбинированных долот	115
Елманов В.Д., Масленников Н.Р. Повышение уровня качества шахтных разборных скребковых конвейеров	124
Елманов В.Д. К расчету соединительных звеньев тяговых органов скребковых конвейеров	129
Абрамов А.П. Коэффициент полезного действия буксы рудничного локомотива	133
Латышенко М.П., Короткевич В.С. Повышение ресурса опор горных машин	141
Захаров А.Ю. О возможности разгрузки опорно-поворотного устройства экскаваторов магнитными полями постоянных магнитов	144
Гимельшейн Л.Я., Лудзиш В.С. Травматизм на рудничном транспорте - итоги и проблемы	147
Соболева И.Н. Структура американских тестов по английскому языку для иностранцев и приемы работы с ними	151
Соболева И.Н. Эффективность применения структурных тестов на аспирантском курсе	154

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ  
РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Сборник научных трудов № 9

Редактор Л.В.Безель

---

Лицензия ЛР № 040482 от 03.07.92.

Подписано в печать 20.04.95г.                      Формат 60 x 80/16.

Бумага оберточная. Печать офсетная. Уч.-изд.л. 9,0

Усл.печ.л. 9,3.                      Заказ 602. Тираж 150 экз. Цена свободная.

Ассоциация "Кузбассуглетехнология".650099, г.Кемерово,  
пр. Советский, 63.

Типография: Множительный цех ассоциации "Кузбассуглетех-  
нология".