

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ БУРОВЫХ КОРОНОК С ПРИМЕНЕНИЕМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО АЗОТИРОВАНИЯ**

**Курбонов У.К.**

**Научный руководитель Мунинов Р. О.**

*Навоийский государственный горный институт*

*В статье рассмотрена возможность повышения твердости и износостойкости на поверхности коронки буровой коронки НКР-100МА с использованием каталитического азотирования, позволяющее повысить ее производительность.*

В горно-геологических и горно-шахтных работах используются буровые установки.

Специфика эксплуатации горных машин обуславливается горно-геологическими и горнотехническими факторами. К специфическим условиям работы горных машин в подземных условиях можно отнести: стесненность рабочего пространства, расположение горной машины в процессе работы, непостоянство рабочего места, разнообразие физико-механических свойств разрушаемых пород, влажность окружающей среды и химическую активность шахтных вод, взрывоопасность шахтной атмосферы.

Буровой станок НКР-100МА предназначен для бурения в подземных условиях горизонтальных и наклонных скважин, глубиной до 50 м в породах крепостью 6...18 по шкале проф. М.М. Протодяконов.

Буровой станок НКР-100МА, показанный на рисунке 1, состоит из следующих основных узлов: колонки распорной, редуктора с пневмозахватом и двигателем, патрона подающего, пульта управления, става штанг, шламоотвода, ограждения штанги и соединительных рукавов. Два пневматических цилиндра подачи позволяют бурить скважины диаметром 110 мм глубиной до 50 м. Бурение осуществляется ударно-вращательным способом: пневмоударником, навинченным на став штанг. Пневмоударник работает на воздушно - водяной смеси при давлении сжатого воздуха 0,5-0,7 МПа. Вращение и подача става штанг осуществляется непрерывно с помощью последовательных перехватов пневматических зажимных устройств подающего патрона и редуктора с пневмозахватом. Перехват става штанг

осуществляется автоматически с пульта управления, клапанов прямого и обратного хода.

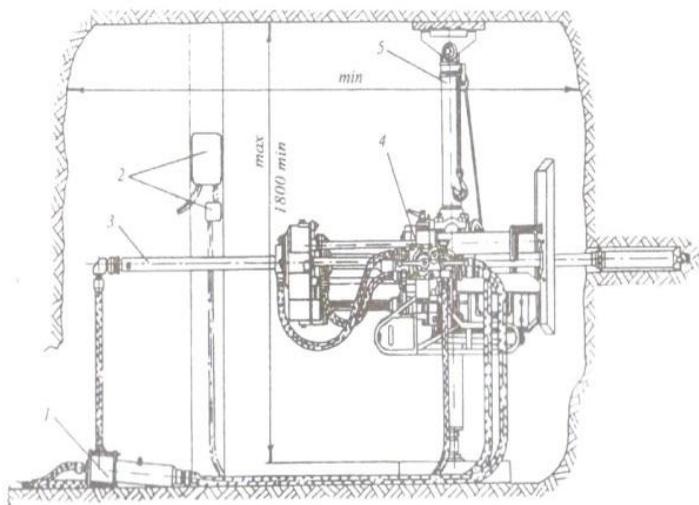


Рис. 1 – Буровой станок НКР-100МА:

- 1 – фильтр масленка, 2 – кнопочный пост управления электродвигателем, 3 – став штанг, 4 – станок с электродвигателем, 5 – распорная колонка

Основные характеристики станка приведены в таблице 1.

Принципиальная схема бурового станка НКР-110МА приведена на рисунке 2. Бурение в породах средней крепости и крепких ведется ударно-вращательным способом с помощью пневмоударника – 1, находящегося на конце става штанг – 9, который является также трубопроводом для подвода воздушно-водяной смеси к пневмоударнику.

Вращение и подача става штанг производится станком прерывно с помощью последовательных перехватов пневматических зажимных устройств подающего патрона – 12 и пневмозахвата редуктора – 5. Перехваты става штанг осуществляется автоматически специальной системой воздухораспределения, состоящей из пульта управления – 16 и клапанов прямого – 22 и обратного хода – 23.

Таблица 1 – Основные характеристики бурового станка

Параметры	НКР-110МА
Диаметр скважины, мм	110
Глубина скважины, м	50
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,5-0,7 МПа
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	9
Рабочее давление воды, МПа	1...1,2
Расход воды, л/мин	15...20
Подача с автоматическими перехватами: ход подачика, мм	365±3
оптимальное усилие подачи на инструмент, кН	1,5
максимальное усилие подачи, кН	6
Частота вращения става штанг, мин <sup>-1</sup>	76
Тип двигателя	4А100 электр.
Мощность двигателя, кВт	3
Частота вращения двигателя, мин <sup>-1</sup>	1430
Крутящий момент двигателя, Нм, не менее	330
Диаметр штанги, мм	63,5
Масса штанги, кг	9,5±0,5
Рабочая длина штанги, мм	1213
Габариты станкам, не более: длина	1500
ширина	665
высота	672
Масса станка, кг	425
Масса распорной колонки, кг: для вертикального бурения	105±5
для горизонтального бурения	95±5
Масса бурового станка (без штанг), кг	690±35
Масса станка с буровым ставом, кг	1235

Вращение става штанг – 9 осуществляется следующим образом: электродвигатель – 2 через планетарный редуктор – 3 приводит во вращение шлицевой вал – 10, с которым связаны две шестерни: шестерня – 4 в редукторе с пневмозахватом и шестерня – 11 в подающем патроне, с которым она перемещается вдоль вала, скользя по шлицам. Шестерня – 4 зацепляется с зубчатым колесом – 6 в редукторе с пневмозахватом, а шестерня – 11 с таким же зубчатым колесом в подающем патроне. Зубчатое колесо – 6 является одновременно и цилиндром, в котором перемещается поршень, производящий зажим и разжим кулачков – 8, находящихся в гильзе – 7, соединяющейся с зубчатым колесом – 6.

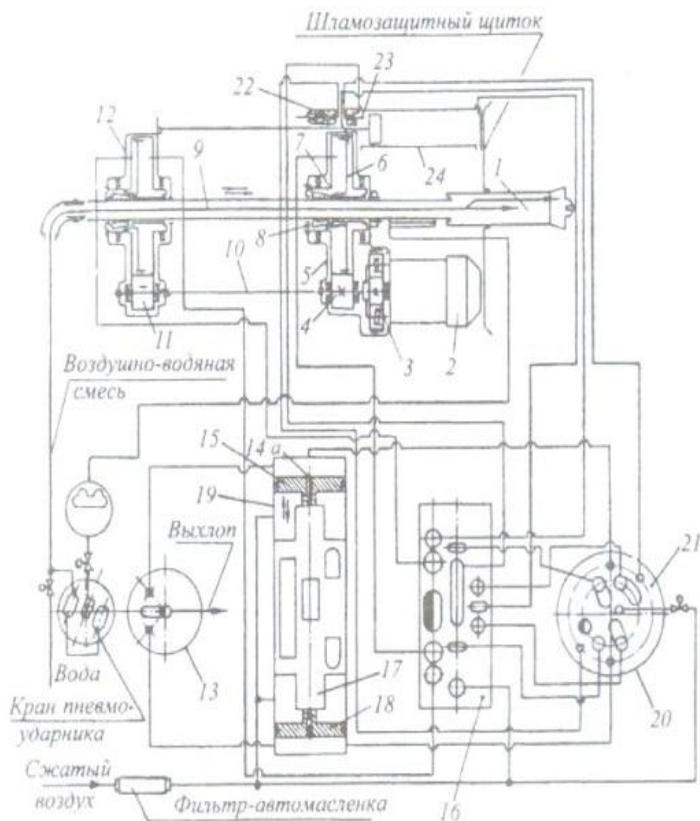


Рис. 2 – Принципиальная схема бурового станка НКР-100МА

Вращаясь, зубчатое колесо – 6, через гильзу – 7 приводит во вращение став штанг с помощью кулачков.

Подача става штанг осуществляется подающим патроном – 12 с помощью пневматических податчиков – 24 на величину хода подачи. В процессе перехвата штанг обеспечивается непрерывное вращение става за счет строго определенной последовательности работы податчиков и патронов, которая обеспечивается соответствующим расположением каналов на рабочих поверхностях корпуса пульта управления – 20 и золотника автоматики – 17, а также определенным выбором сечений этих каналов. Золотник –

17 перемещается с помощью поршней – 15 и 18 при открывании одного из концевых клапанов – 22 или 23.

В случае, когда концевые клапаны закрыты, подвижная система, состоящая из золотника – 17 и соединенных с ним поршней 15 и 18, находится в равновесии. Так как на внутренние поверхности обоих поршней, обращенных в сторону золотника, при работе станка постоянно действует сжатый воздух одинакового давления, при этом давление на наружный торец каждого из поршней также одинаково и создается сжатым воздухом, поступающим в полость цилиндра – 19 через питающее отверстие «а» в хвостовике поршня.

Эти же полости соединяются соответственно с концевыми клапанами 22 и 23. При нажиме на соответствующий вой клапан воздух из полости цилиндра выйдет в атмосферу и давление в ней резко упадет, равновесие сил нарушится, и под действием давления воздуха на внутренний торец этого поршня золотник – 17 передвинется. При закрытии концевого клапана воздух, поступающий через питающее отверстие «а», восстановит давление в полости цилиндра, система придет в равновесие и будет подготовлена для обратной передвижки золотника при нажатии на другой клапан.

Для включения автоматического устройства предусмотрен пусковой стоп-кран – 13, управление которым производится вручную. С его помощью можно сообщить с атмосферой одного из цилиндров золотника автоматического устройства. Пусковой стоп-кран имеет три положения рукоятки: среднее рабочее и два крайних. При среднем положении кран закрыт, и цилиндры с атмосферой соединяются только при нажатии на один из концевых клапанов 22 и 23. В этом положении работает автоматическое устройство. При крайних положениях рукоятки кран открывается и происходит остановка автоматической системы, причем в зависимости от положения командного золотника – 21, золотник автоматики – 17 останавливается в верхнем или нижнем положении. Поворачивая пусковой стоп-кран, можно принудительно передвигать золотник автоматики – 17 и дублировать работу концевых клапанов, перехватывая буровой став при промежуточном положении подающего патрона. С помощью крана можно останавливать подающий патрон в том положении, которое более удобно для проведения поющих операций.

Буровая коронка КНШ 110 предназначена для разрушения горных пород. Коронка состоит из головки и хвостовика. Хвостов-

вик служит для передачи импульса от ударника и крутящего момента головке и через твердосплавное вооружение – забой скважины. Коронка имеет шпоночное соединение с рабочим инструментом (пневмоударником), благодаря чему достигается возможность быстрой смены наконечника. Коронка изготавливается из легированных высококачественных стали 38ХНЗМФА с запрессовкой твердосплавных штырей. Для сохранения высокой скорости бурения штыри требуют периодической заточки для устранения образующихся на них площадок затупления и усталостных трещин.

Таблица 2 – Технические характеристики буровой коронки КНШ 110

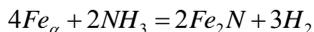
Параметр	Значение
Коронка для пневмоударника	П110
Способ крепления твердого сплава	Запрессовка
Диаметр номинальный, мм	110
Длина коронки, мм	179,8
Масса не более, кг	4,5
Тип соединения с пневмоударником	Шпонка
Центральные	7 шт., 14 мм.

При бурение крепких пород возникает проблемы как выхода из строя инструмента: выпадения лезвий, износ и поломка бурового коронки. Поломка инструмента в скважине всегда является аварийной ситуацией, значительно снижение производительности бурового оборудования.

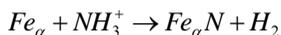
Для увеличения твёрдости и производительности коронки мы использовали каталитическое азотирование.

Две конкурирующие реакции перехода азота в железо

*Химическая, с образованием нитрида:*



*Адсорбционная, твердорастворная:*



Усиление одной реакции ведет к ослаблению другой.

Контакт платиноид-содержащего катализатора с потоком аммиака вызывает мощную эмиссию заряженных частиц в при-

легающую газовую среду. Ионы металла, сталкиваясь с молекулами аммиака, отдают им заряд и возвращаются на поверхность катализатора. Печная атмосфера получает уникальное количество ионизированных молекул аммиака. Это обеспечивает резкое усиление твердо растворной и ослабление химической реакций. Для реализации идеи создано каталитическое устройство «Оксикан».

Принципиальным отличием новой атмосферы явилось расширение области управления азотным потенциалом в сторону его уменьшения до 0,1 % (масс.) и ограничение его значения со стороны максимального значения до 8 – 9 % (масс.). Таким образом, создаются условия регулирования азотного потенциала в области диаграммы состояния железо-азот, где находятся  $Fe_a(N)$ ,  $Fe_4N$  и  $Fe_{2-3}N$ .

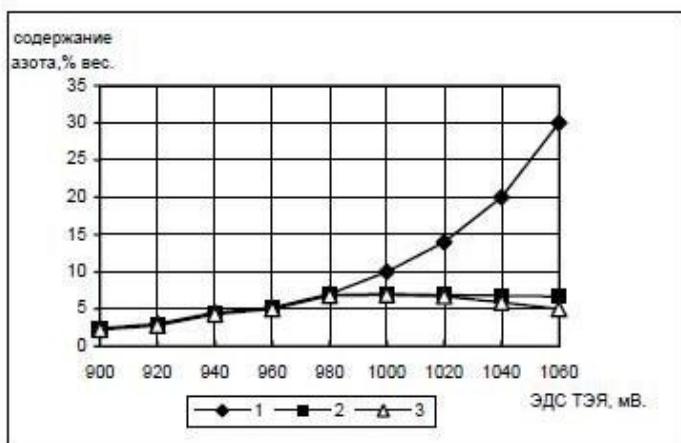


Рис. 3 – Зависимость между содержанием азота в фольговой пробе, определенным разными методами и ЭДС ТЭЯ кислородного зонда ТДК-1М6А. 560°C, азотирование в обычной атмосфере: 1 – вакуум плавление, 2 – рентгеноструктурный анализ, 3 – химическое растворение

При насыщении в атмосфере аммиака с добавкой воздуха, с ростом ЭДС ТЭЯ полное содержание азота в железе непрерывно растет и достигает величин 30 % по весу и более. Количество связанного азота до 7,5 % растет, а затем падает и при полном содержании 30 %, не превышает 5,5 % по весу. Содержание азота, опреде-

ленное рентгеноструктурными методами по достижении 7,5 % с дальнейшим увеличением ЭДС ТЭЯ практически не меняется.

Исследования содержания углерода в фольгах, обработанных в новой атмосфере показало ее полную нейтральность по углероду при температурах 500...700 °С и азотных потенциалах от 0,1 % до 6,5 % N. Фольги выдерживались в печи до 24 часов, и во всех случаях содержание углерода оставалось без изменения (0,08, 1,2 и 3,2 % C). Невероятно, но при температуре 700 °С и подаче через "Оксикан" в печь аммиака с воздухом в соотношении 1/3 атмосфера остается нейтральной по углероду.

Непонятно пока участие кислорода в процессах на границе раздела газ-металл в новых атмосферах. Исследования методом вакуум плавления показали, что при насыщении в новой атмосфере при азотирующих потенциалах 0,04...1,2 % содержание кислорода в образцах фольговой пробы колеблется в пределах 0,9...1,2 % по весу. При этом нет какой-то определенной корреляции с количеством азота. При повышении содержания азота более 1,2 % (масс.), содержание кислорода падает до 0,001 %, что ниже погрешности метода.

Можно предположить, что при взаимодействии оксидов азота с железом образующийся кислород на поверхности деталей соединяется с водородом в пары воды и удаляется в атмосферу. Рентгеноструктурный анализ показал при низких величинах азотного потенциала наличие в образцах фольговой пробы значительного количества оксидов железа, решетка может быть определена как  $Fe_3O_4$ , но со значительными искажениями. Металлографические исследования показали наличие оксидного слоя толщиной 4...5 мкм. Его толщина, так же, как и концентрация кислорода по анализу методом вакуум плавления, не меняется с увеличением времени процесса вплоть до 24 часов.

Можно предположить, что данный оксидный слой работает подобно макро-демону Максвелла, не мешая диффузии азота из газовой фазы, он блокирует реакции окисления и выноса углерода из металла. Однако этот вопрос нуждается в дополнительном подробном исследовании.

Перспективным с точки зрения практического использования является получение пересыщенного  $\alpha$ -твердого раствора азота в железе с содержанием азота до 1,4 % (масс.). Отпуск полученных структур продемонстрировал эффект вторичного твердения при температурах 300...320 °С за счет выделения дисперсных нитридов  $Fe_4N$ .

Предотвращение в процессе насыщения в новой атмосфере концентраций азота в тонком поверхностном слое железа, превышающих 8 % по весу обеспечивает отсутствие в зоне соединений свободного атомарного азота. Это в свою очередь снижает активность встречной диффузии азота и перераспределения легирующих элементов в диффузионном слое при старении, вызванном действием внешних условий эксплуатации. Что в конечном итоге повышает эксплуатационные характеристики деталей машин и инструмента.

Таким образом, при азотировании в новой насыщающей атмосфере насыщение начинается с образования твердого раствора азота в железе; затем с ростом содержания азота примерно до 2 % образуется пересыщенный твердый раствор.

При дальнейшем повышении азота в слое протекают фазовые превращения согласно диаграмме состояния Fe-N. Напомним, что при использовании традиционной атмосферы высоко азотистая фаза –  $Fe_{2-3}N$  образуется уже при минимально достижимых концентрациях азота. Предотвращение образования 8-нитрида на первоначальном этапе насыщения стали азотом отодвигает на более позднее время возникновение стабильной формы азота – молекулярного, что минимизирует или даже исключает процесс образования микропор в поверхностной зоне слоя обрабатываемых деталей.

Как показали последующие работы, это позволило значительно улучшить свойства азотированных деталей и резко расширить сферу применения газового азотирования. Применение новой способ азотирования это улучшает твердости и износостойкости коронки и увеличивает производительность буровой установки.

### **Библиографический список**

1. *Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник/ С.Х. Клорикьян, В.В. Старичнев, М.А. Серебный и др. - 7-е изд., репринтн., с матриц 5-го изд. (1994 г.). - М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2002, - 471 с.*

2. *Шубина Н.Б. «Оборудование для термической обработки деталей горных машин». Учебное пособие. - М: МГГУ, 2005, - 44 с.*