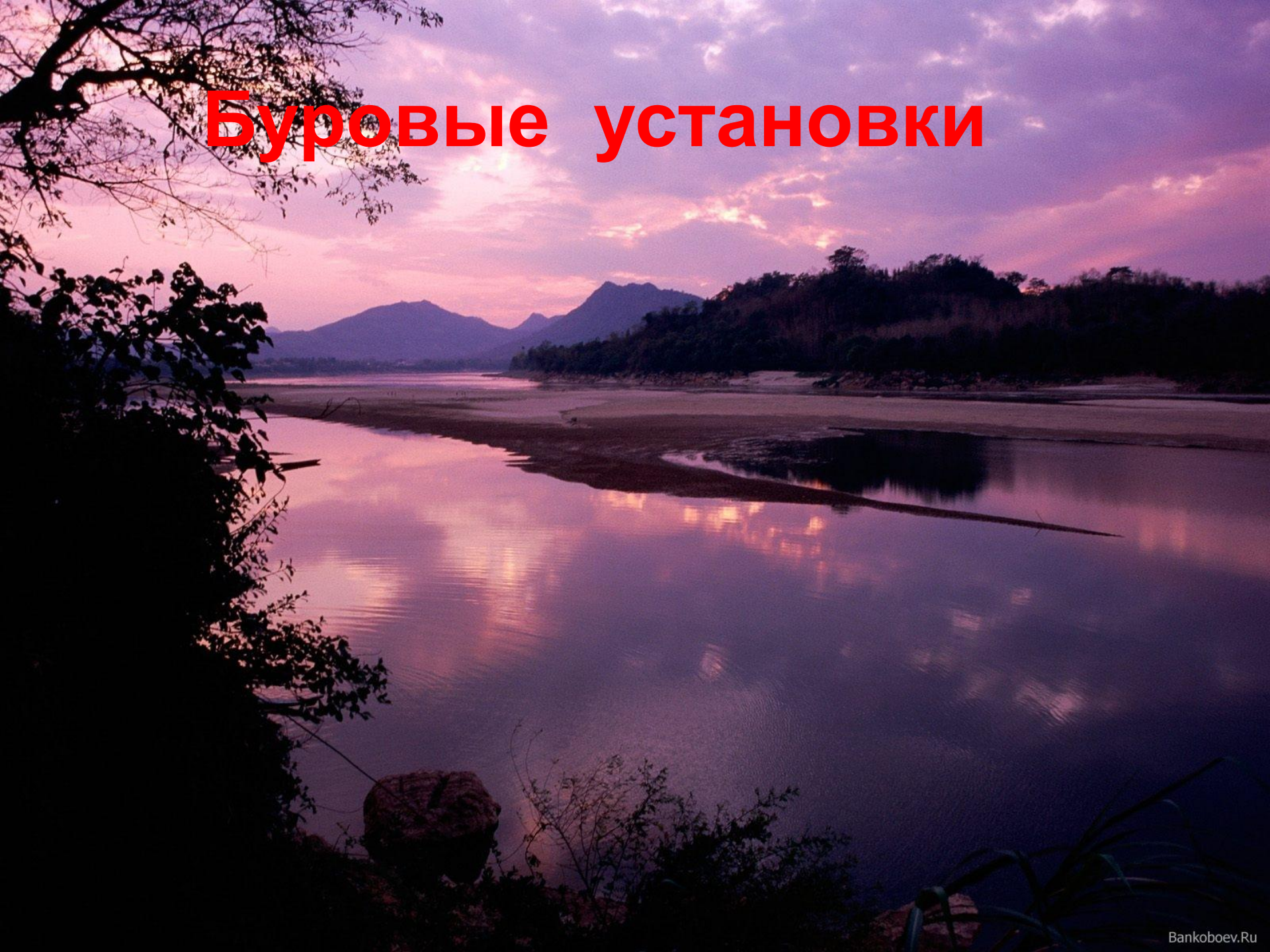


# Буровые установки



# Содержан ие

1. Введение
2. Станки вращательного бурения
  - 2.1. Технические характеристики станков вращательного бурения отечественного производства.
  - 2.2. Техническая характеристика станков вращательного бурения скважин фирмы Atlas Copco.
  - 2.3. Техническая характеристика буровых станков для вращательного бурения скважин фирмы Bucyrus International.
  - 2.4. Техническая характеристика буровых станков вращательного бурения фирмы Driltech концерна Tamrock.
  - 2.5. Техническая характеристика буровых станков вращательного бурения фирмы «P&P» (США)
3. Описание станков СБШ и парк БС.
4. Буровой инструмент для станков вращательного бурения
  - 4.1. Шарошечные долота
  - 4.2. Режущие долота
  - 4.3. Комбинированные режуще-шарошечные долота
5. Ударно-вращательное (пневмоударное) бурение скважин
  - 5.1. Технические характеристики станков ударно-вращательного бурения.
  - 5.2. Пневмоударники
  - 5.3. Технические характеристики пневмоударников.

# Введение

- Будучи главным поставщиком сырьевых ресурсов, горно-добывающая промышленность является базовой отраслью народного хозяйства, фундаментом для развития основных отраслей экономики страны. При разработке большинства видов твердых полезных ископаемых преобладающее развитие получил открытый способ, одним из главных технологических процессов которого является бурение взрывных скважин.
- Процесс бурения скважин состоит из непосредственного разрушения породы и выноса продуктов разрушения из скважины. Эффективность разрушения в значительной мере зависит от конструкции долота, а очистка скважины – от работоспособности системы транспортирования буровой мелочи. При бурении массивов сложноструктурного строения возникают физико механические проблемы как с разрушением на забое неоднородных по крепости пород буровым долотом, так и с выдачей продуктов разрушения.
- В ближайшее десятилетие в России ожидаемые годовые объемы бурения на открытых горных, земляных и строительных работах превысят 60 млн м скважин. Освоение таких объемов при существующем в значительной степени устаревшем парке оборудования потребует более 1500 единиц списочного состава буровых станков и расходования в год 160–200 тыс. буровых долот. Ежегодные эксплуатационные затраты на бурение взрывных скважин могут достигнуть 6 млрд рублей (причем примерно 60–65 % из них составят затраты на буровой инструмент) [1].
- Столь большие расходы на буровой инструмент объясняются преимущественным применением на карьерах ресурсоемких и сложных шарошечных долот (свыше 80 % от всех объемов), прежде всего, увеличенного (244,5–320 мм) диаметра, стоимость которых непрерывно повышается.



## 2. Станки вращательного бурения



- Как было отмечено выше, преимущественное распространение на открытых горных работах в России получили станки вращательного бурения шарошечными долотами, которыми бурят около 80 % всех взрывных скважин на карьерах.
- 
- За последние годы производительность буровых станков стабилизировалась, а условия горного производства резко усложнились. Происходит непрерывное увеличение затрат на бурение, которые в крепких породах достигают 30–35 % от общих затрат на производство горных работ.
- Современный уровень техники и технологии бурения взрывных скважин на карьерах сформировался во второй половине XX в. Интенсивная работа как по развитию новых, так и по адаптации уже известных способов бурения к условиям открытой разработки проводилась до середины 1960 х гг. Ее результаты на многие годы определили преобладающее применение шарошечного бурения. Началось наращивание производства тяжелых станков вращательного бурения и формирование новой структуры бурового парка во всех горно-добывающих отраслях. (Так, например, кардинально изменилась структура парка буровых станков на угольных разрезах Кузбасса, где до середины 1980 х гг. использовались станки вращательного бурения со шнековой очисткой скважин). Относительно быстрый переход к шарошечному бурению в горно-добывающей отрасли стал возможным в том числе и благодаря накопленному опыту работы в нефтегазовой промышленности, геологоразведке и наличию технологических линий по производству шарошечных долот, что послужило основанием принятия типоразмерного ряда долот и буровых штанг.
- Тяжелые станки вращательного бурения, оснащенные шарошечными долотами, обеспечивали производительность труда в 2–5 раз выше станков ударно-канатного бурения. При этом появилась возможность механизировать вспомогательные операции, и тем самым улучшить условия труда бурильщиков. К концу 1960 х гг. были созданы и отработаны основные базовые модели станков 2СБШ-200, СБШ-250 и БАШ-250.

## 2.1. Технические характеристики станков вращательного бурения отечественного производства.

Модель Параметры	3СВИШ-200/250-60	6СВИШ- 200-32; 5СВИШ- 200-36	СВИШ- 250МНА-32 (СВИШ-250МН)	СВИШ-170ИЗ	СВИШ- 160-48
Скважина: диаметр, мм	215,8; 244,5	215,8; 244,5	244,5; 269,9	244,5; 269,9	160
глубина, м	до 60	до 40	до 32 (48)	32-55	48
Угол бурения к вертикали, градус	0-30, через 5	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30
Длина штанги, мм	12070	8060	\$200 (12000)	11000	8000
Ход непрерывной подачи, м	1	1	8	12	8000
Усилие подачи, кН, не более	300	300	300	450	167
Скорость подачи на забой, м/с	0,033	0,033	0,017	0,1	до 0,05
Частота вращения долота, с-1	до 2,5	до 2,5	0,25-2,5	0-2	0-2
Крутящий момент, кН·м	6-4,42	6-4,42	4,42	8-13	5,56
Подача компрессора, м <sup>3</sup> /с	0,53	0,42	0,417 (0,53)	0,63	0,42
Мощность электродвигателей, кВт:					
установленная	386	377	400	1000	420
вращателя	68	68	60	105	-
компрессора	250	200	200	300	200
хода	44	44	2x22	2x65	-
Габариты в рабочем положении, мм:					
длина	12100	10250	9200	12780	11500
ширина	5400	4880	5450	6090	5450
высота	17320	13830	15350	19450	1300
Тип хода	Э-1602	УТ-60	УТ-60	ЭКГ	ЭГ-400
Масса станка, т	62	54	77	136	45

## 2.2. Техническая характеристика станков вращательного бурения скважин фирмы Atlas Copco.

Модель Параметры	DM-30*	DM-45/50	DML*	DM- M2	DM- M3	PV271	PV351
Диаметры бурения, мм	130-171	127-171	152-270	251-270	251-311	200-270	270-410
Глубина бурения, м: одной штангой максимальная	9,1 15,2	9,1 55,45	9,1; 10,7 55	10,7 53,3	12,2 48,8	6,8; 12,21 60	19,8 55
Наклонное бурение, градус	0-20	0-30	0-30	0-30	0-30	-	-
Осевое усилие, кН	136	227	272	340	409	340	522
Мощность вращателя, кВт	113	108	120	130	160	145	160
Частота вращения, мин-1	0-100	0-160 0-100	0-160 0-100	0-150	0-200	0-170	0-170
Крутящий момент на долоте, кН·м	7,3	7,3; 12,2	7,35; 12,2	11,8	13,8	6,44; 12	25,7; 14,2
Скорость подачи / подъема, м/мин	0-30/ 0-85	0-44/ 0-82	0-44/ 0-82	0-25/ 0-30	0-44/ 0-30	0-39/ 0-48	0-21/ 0-47
Тип привода	Д	Д	Д	Д/Э	Д/Э	Д	Д/Э
Мощность двигателя, л.с.	425; 525	425; 600	525; 760	760	850; 950	760	1000- 1500
Компрессор Поддача, м <sup>3</sup> /мин / давление, Мпа То же с ударником	25,5/0,76 25,5/2,4	25,5; 34/0,76 30/2,4	34; 53,8/0,76 34/2,4	54; 73/0,76 -	54/0,76 -	54/0,76 -	85- 108/0,76 -
Скорость хода, км/ч	0-4,0	0-3,2	0-2,7	0-1,9	0-1,8	0-1,8	0-1,8
Ходовая часть	CAT-D4	CAT 320L	CAT 320S	CAT 320E	CAT 330	CAT 345L	CAT 375L
Рабочая масса, т	23,7	28,2	49	60,7	104,4	80	169

## 2.3. Техническая характеристика буровых станков для вращательного бурения скважин фирмы Bucyrus International.

Модель Параметры	35R*	39R	49RIII	59R	60/61R
Диапазон диаметров бурения, мм	до 270	до 311	до 406	до 444	до 381
Глубина бурения, м:					
одной штангой	7,6	16,8	21,3	18,3	19,8
максимальная	36,4	82,2	85,2	79,2	45,7
Осевое усилие, кН	340	55	640	748	до 590
Мощность вращателя, кВт	99	73,2-82	153	153	91-182
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	0-130	0-160	0-125	0-120	0-125
Крутящий момент на долоте, кН·м	9,5	16,8	16,8	20,7	15,6
Скорость подъема става, м/с	1,14	0,64	0,46	0,51	0,55
Главный привод	Д	Э	Э	Э	Э
Мощность главного привода, кВт	298	350	600	до 790	до 840
Компрессор					
Подача, м <sup>3</sup> /мин/ давление, МПа	38,2/0,223	85,4/0,48	85,4/0,48	103,2/0,48	85,4/0,48
Скорость хода, км/ч	3,2	3,2	1,1-1,8	0,9-1,5	1,7
Масса станка, т	54,4	122,5	154,2	183,7	155

## 2.4. Техническая характеристика буровых станков вращательного бурения фирмы Driltech концерна Tamrock.

Модель Параметры	D25KS	D40 KS	D45KS	D50KS	D400 SP	D60 KS*	D75 KS	D90 KS
Диаметр бурения, мм	130-203	152-203	152-229	152- 229	152-254	229- 279	229-279	229-311
Глубина бурения, м: одной штангой максимальная	8,67; 9,38 64	8,67; 9,4; 11,2 53,4	8,67; 9,4; 11,2 53,4	7,6; 8,7 64	12,2; 15,2; 18,3 19,8	10,2; 11,2 53,3	10,2; 11,2 53,3	11,8; 12,7; 19,8 85
Осевое усилие, кН	126	182	204	227	182	272	343	499
Мощность вращателя, кВт	82	82	134,3	134,3	109	142	142	171,6
Крутящий момент на долоте, кН·м	8,2	6,8	9,8	9,8	6,8	14,1	14,1	16,9
Скорость подъема бурового става, м/с	1,1	0,7	0,83	0,83	0,61	0,63	0,63	0,6
Мощность главного привода, кВт	320	320,8 377	320,8 377	320,8 377	320,8 470	410 470	477	477 709
Подача компрессора, м <sup>3</sup> /мин	19,8	21-28,3	26-37	26-45	26-45	37-45	37-57	45-73,6
Скорость хода, км/ч	2,9	2,9	3,2	3,5	2	2,4	2,4	1,27
Масса станка, т	28,2	47	47,8	43,6	52	59	63,6	120,3



## 2.5. Техническая характеристика буровых станков вращательного бурения фирмы «P&P» (США)

Модель Параметры	P&P 250XP	P&P 100XP	P&P 120A
Диаметр бурения, мм	273-349	до 349	251-559
Глубина бурения, м: одной штангой максимальная	12 73	19,8 59,4	15,2; 16,8; 19,8 39,6
Наклонное бурение, градус	0-20 (30)	0-20	-
Осевое усилие максимальное, кН	476	495	690
Мощность вращателя, кВт	200	208	120/200
Скорость вращения, мин <sup>-1</sup>	0-200	0-125	119 (138)
Крутящий момент, кН·м	до 16,2	до 16,2	до 17,2
Скорость подъема, м/с	0-38	0-38	0-24,4
Тип главного привода	Д	Э	Э
Мощность главного привода, кВт	735	522	1000
Подача компрессора, м <sup>3</sup> /мин	71-83	до 85	85-102
Давление, МПа	0,448	0,551	0,387
Скорость хода, км/ч	3,05	1,3	1,6
Габаритные размеры, м: общая ширина длина, мачта опущена / поднята высота, мачта опущена/ поднята	7 20,5 / 14,3 20,1 / 7,8	7 25,7 / 13,5 30,3 / 9,9	6,7 28,8 / 13,4 28,3 / 6,1
Рабочая масса станка, т	113,6	129,2	165,5

# 3. Описание станков СБШ и парк

## БС.

- Выпускаемые в настоящее время серийно ОАО «Бузулукский завод тяжелого машиностроения» и ОАО «Рудгормаш» тяжелые станки вращательного бурения ЗСБШ-200-60, 6СБШ-200-32, ЗСБШ-200/250-55, СБШ-250-МНА-32, СБШ-190/250-60 и СБШ-160/200-40 пока не выдерживают конкуренции с зарубежной техникой.
- Главное, в чем они проигрывают лучшим зарубежным станкам, – низкая надежность. Впрочем, если сравнивать другие параметры – производительность, экономичность, условия работы и обслуживание, – то и здесь превосходство импортных машин тоже налицо.
- Таким образом, одной из главных причин невысоких технико-экономических показателей буровых работ на карьерах является низкий технический уровень применяемого бурового оборудования. Техническая политика при создании новых машин долгое время была ориентирована лишь на дальнейшую модернизацию уже имеющихся конструкций без существенных качественных изменений.
- Отечественные заводы постоянно разрабатывают и выпускают опытные образцы новых машин, но пока многим из этих образцов так и не удалось превратиться в востребованную машину, наверное, и потому, что они были всего лишь несколько улучшенным вариантом серийных машин, выпускавшихся многие годы ранее.
- В итоге существующий в настоящее время парк буровых станков морально и физически устарел. Существует острая необходимость в быстром обновлении вырабатывающего свой остаточный ресурс станочного парка, причем подходы к решению вопросов проектирования новой буровой техники должны быть коренным образом изменены.
- Следует идти не по пути копирования зарубежных моделей, а осваивать принципиально новые направления, и ориентируясь в качестве породоразрушающего инструмента не только на имеющие ряд серьезных и трудноустраняемых недостатков (чрезмерно высокая стоимость, высокое пылеобразование, по существу неремонтируемость) шарошечные долота.



## 4. Буровой инструмент для станков вращательного бурения



# 4.1. Шарошечные долота



Как было отмечено выше, основным видом породоразрушающего бурового инструмента карьерных буровых станков в настоящее время являются шарошечные долота. Срок службы шарошечных долот практически определяется стойкостью опор.

Заклинивание опоры шарошки вызывает прекращение ее вращения, следствием чего является износ зубьев ее вооружения. При этом нарушается нормальная работа остальных шарошек долота, т. к. значительная часть крутящего момента и осевого усилия, приложенных к долоту, воспринимается невращающейся шарошкой.

Долота, вышедшие из строя из-за износа вооружения шарошек, имеют колебания по величине проходки на долото от двух до пяти раз. Когда долота заменяют вследствие износа элементов опоры шарошек, колебания их по стойкости достигают 10 раз и более 4.

Шарошечные долота состоят из сваренных между собой секций, на цапфах лап которых вращаются смонтированные шарошки и являются, таким образом, неразборными конструкциями, вследствие чего при выходе из строя одной шарошки или ее опоры бракуется все долото.

В этой связи весьма актуально создание долот со съемными шарошками, что позволило бы, заменяя вышедшую из строя шарошку, значительно (в 1,5–2 раза) продлить срок службы дорогостоящего долота. При этом отработку конструкций долот со съемными шарошечными лапами целесообразно осуществить и на комбинированных режуще-шарошечных долотах.

Основные причины выхода из строя опор – проникновение породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников и недостаточно надежная смазка .

Существенное влияние на стойкость опор долота оказывает их охлаждение, которое осуществляется сжатым воздухом, поступающим в опоры через каналы в лапах.

Решение проблемы заключается в коренном изменении конструкции опор. При этом первостепенное значение имеет их герметизация и надежная смазка. Эта проблема может быть решена при использовании в опорах долот вместо тел качения, подверженных перекосам и заклиниванию, подшипников скольжения в виде втулок из антифрикционного материала (при этом следует гарантировать их надлежащую смазку и герметизацию, что может быть обеспечено при маслonaполненной опоре и минимальном зазоре между поверхностями лапы и шарошки).

Принципиально возможно создание разборных, а следовательно, и ремонтируемых шарошечных долот. Такие долота разработаны, изготовлены и испытаны в

# 4.2. Режущие долота

Как показывают проведенные исследования и опыт эксплуатации, шарошечные долота могут быть заменены другими видами породоразрушающего инструмента в области как слабых, так и крепких пород.

Вскрышные породы с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протодяконова с крепостью до 6, например, на разрезах составляют до 60 % и выше. Наличие некрепких пород позволяет применять для бурения скважин режущий инструмент – наиболее дешевый и дающий возможность увеличить производительность буровых станков. Поэтому при совершенствовании бурового оборудования для угольных разрезов первостепенное значение приобретает разработка новых конструкций режущих долот, которые могут заменить дорогостоящие и недостаточно надежные серийные шарошечные долота.

Кафедрой горных машин и комплексов ИрГТУ в течение 40 лет проводится комплекс научно-исследовательских работ по повышению эффективности бурения взрывных скважин на карьерах, в результате которых доказана, в частности, целесообразность применения режущих долот для бурения пород крепостью  $f$  до 7 по М. М. Протодяконову и сформированы основные требования к конструкции режущего бурового инструмента [7].

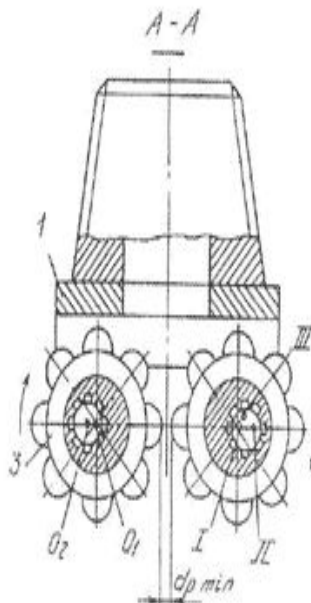
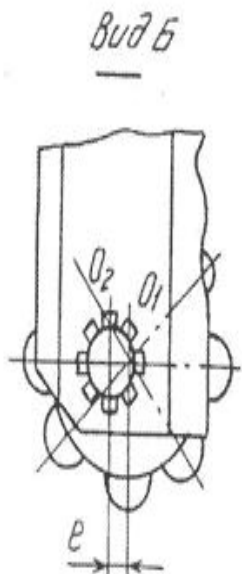
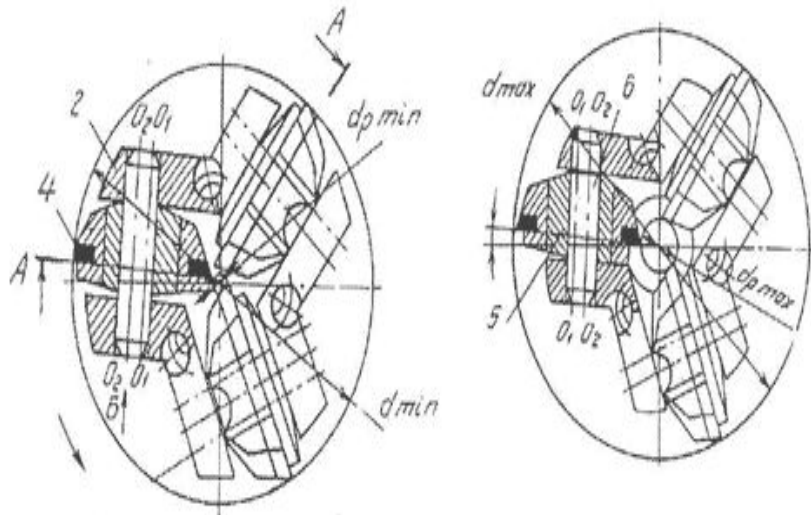
В результате испытаний, проведенных на угольных разрезах, установлено, что подобные долота при бурении по породам с  $f \leq 6$  обеспечивают скорости бурения в 1,3–1,5 раза большие, чем серийные шарошечные долота.

Режущие долота нашли применение на предприятиях «Востсибуголь», «Якутзолото», «Северовостокзолото» [7]. Они оснащаются серийно изготавливаемыми отечественной промышленностью породными резами.

На кафедре горных машин и комплексов ИрГТУ организовано изготовление мелких партий режущих буровых долот для тяжелых (СБШ) станков вращательного бурения по заказам предприятий, которые успешно используют их вместо серийных шарошечных долот.

Значительная работа по созданию новых видов породоразрушающего инструмента для станков вращательного бурения проделана кафедрой горных машин и комплексов Красноярского государственного университета цветных металлов и золота [5]. Кафедрой предложено режуще-вращательное долото ДЗДШ-244,5.

При промышленных испытаниях долот ДЗДШ-244,5 на Черногорском угольном разрезе по породам с  $f=4-8$  установлено, что скорость бурения этими долотами составила 1,2 м/мин, что на 20–30 % выше скорости бурения серийными шарошечными долотами.



## 4.3. Комбинированные режуще-шарошечные

### долота

Отдельными учеными и целыми организациями предпринимались неоднократные попытки создать комбинированные режуще-шарошечные долота, сочетающие в себе преимущества режущих и шарошечных.

Одна из первых конструкций подобного долота была разработана на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ. В литом корпусе, выполненном заодно с присоединительным хвостовиком, были выполнены конические отверстия, в которых устанавливались конические хвостовики лап шарошек.

Буровая установка для взрывных скважин Atlas Copco DM45. В стандартной комплектации DM45 в качестве привода компрессора и гидравлической системы используется дизельный двигатель.

Резцы устанавливались в специальной державке, которая шплинтом фиксировалась в корпусе. Фиксация конусных хвостовиков в корпусе предусматривалась за счет сил трения, что, однако, не оправдалось при испытаниях: под действием вибраций шарошки выпадали из корпуса. Кроме того, изготовление конических хвостовиков и отверстий с достаточной степенью точности было трудно осуществимой операцией, требовавшей специального оборудования и мерительного инструмента.

Поэтому в дальнейшем были изготовлены съемные лапы шарошек с гладкими цилиндрическими хвостовиками. Но подобная конструкция лап также не позволила их надежно фиксировать в отверстиях корпуса от разворота и выпадания, поэтому следующим этапом явилось использование резьбового соединения хвостовиков лап с корпусом долота.

На цилиндрическом хвостовике лапы шарошки и в отверстии корпуса долота нарезалась резьба, а затем лапа, ввернутая в это отверстие, фиксировалась от разворота стопорным валиком через сквозное поперечное отверстие.

Как при установке, так и при замене шарошки отверстие в хвостовике для стопорного валика сверлилось совместно с корпусом. Резьбовое соединение лап с корпусом оказалось достаточно надежным. Вооружение шарошек может быть оснащено твердосплавными зубками различной формы или фрезерованными стальными зубьями, армированными релитом. От перемещения в осевом направлении шарошки удерживаются, как обычно, замковыми шариковыми подшипниками. Для очистки забоя от выбуренной породы долота снабжают продувочными устройствами в корпусе, а для смазки опор – каналами в корпусе долота и лапе съемной шарошки.

Режущие элементы (резцы), расположенные в центральной части долота, выбуривают опережающую скважину. Наличие опережающего забоя создает дополнительную обнаженную поверхность, вследствие чего снижаются показатели прочности горной породы. Это повышает эффективность работы шарошек, разрушающих периферийную часть забоя, а размещенные в центре забоя резцы подвергаются минимальному износу.



## 5. ударно-вращательное (пневмоударное) бурение

### скважин



Начало широкого применения бурения погружными пневмоударниками приходится на 50-е годы прошлого века. Приоритет здесь принадлежит ИГД СО РАН. Буровые станки с погружными пневмоударниками получили распространение для бурения скважин в различных областях добычи полезных ископаемых открытым способом. Пневмоударниками проходятся скважины диаметрами от 66 до 254 мм. Буровые станки для пневмоударного бурения скважин диаметром до 115 мм выпускаются передвижными на колесном или гусеничном ходу. Большинство станков на колесном ходу работает от передвижных компрессорных установок.

Пневмоударное бурение относится к числу наиболее прогрессивных способов бурения, но на сегодняшний день мы существенно отстаем в этом виде бурения от зарубежного уровня.

Главная причина – отставания – применение сжатого воздуха с давлением 0,5 МПа. Для эффективной работы пневмоударника с современным штыревым инструментом требуется повышение энергии удара в 2–3 раза, т. е. давление воздуха, подводимого к пневмоударнику, 1,8–2,4 МПа, что имеет место за рубежом. В России же используется в основном давление 0,5 МПа. При таком давлении сложно получить высокие скорости бурения, увеличить ресурс машины и стойкость породоразрушающего инструмента [8].

В России станки пневмоударного бурения изготавливаются Кыштымским машзаводом с условными диаметрами 100 (125) и 125 (160) мм: СБУ-100Н-35; СБУ-10Г-32 (СБУ-100П-35); 2СБУ-100-32М; 3СБУ-100-32; СБУ-100ГА-30; СБУ-125-24; СБУ-125А-32 и СБУ-125У-52

# 5.1. Технические характеристики станков ударно-вращательного бурения

Параметры	Модель бурового станка				
	2 СБУ-100-32М (СБУ-100Н-35)	3 СБУ-100-32	СБУ-100-35; СБУ-100ГА-50	СБУ-125-24; СБУ-125А-32	СБУ-125У-52
Диаметр скважины, мм	110 (125)	85; 110; 125	110; 130	125	125-160
Глубина бурения по вертикали, м	32 (35)	32	35; 50	24; 32	52
Угол наклона скважины к вертикали, градус	0-90	манипулятор	0; 15; 30	0; 15; 30	0-30
Штанга, мм длина диаметр	950 83	950 83	950 83	2930 89	4250 108
Установленная мощность, кВт	нет данных	59 (дизель)	24	42	80
Мощность вращателя, кВт	4	4	4	3, 8/6, 2	35
Частота вращения бурового става, с <sup>-1</sup>	0,77	0,65-1,33	0,77	0,37; 0,75	0,41-1,5
Крутящий момент на долоте, кН·м	0,83	2	0,83	1,67; 1,37	2,4
Усилие подачи на забой, кН	1,0-6,0	до 25	1,0-6,0	4,5-20	до 50
Ход подачи, мм	1050	1800	1050	3700	4400
Скорость подачи, м/с	0,25	0,33	0,25	0,17	0,4
Тип пневмоударника	П-110К; П-125К	П-110К	П-125К	П-125К	П-125К
Тип долота	К-110	К-110К	К-125К	К-125К	К-125К
Мощность ходовых двигателей, кВт	-	-	2x5, 5	2x10	2x20
Скорость передвижения, км/ч	-	0,8-1,6	0,83	1	0,9
Давление на грунт, МПа	-	0,089	0,05	0,09	0,085
Габариты станка в рабочем положении, мм: длина ширина высота	1135 430 2375	- - -	4000 2210 2210	4250 3000 3000	5600 3200 3200
Масса станка (сухая), кг	270	8500	5000	8500	13500



## 5.2. Пневмоударники

В практике конструирования пневмоударников применяется комбинация двух способов очистки: подача всего отработавшего воздуха на забой и отдельная продувка. Этот способ обеспечивает хорошую продувку забоя и применяется за рубежом.

Необходимое условие нормальной работы пневмоударника в скважине – ее очистка, которая производится продувкой воздушно-водяной смесью или сжатым воздухом.

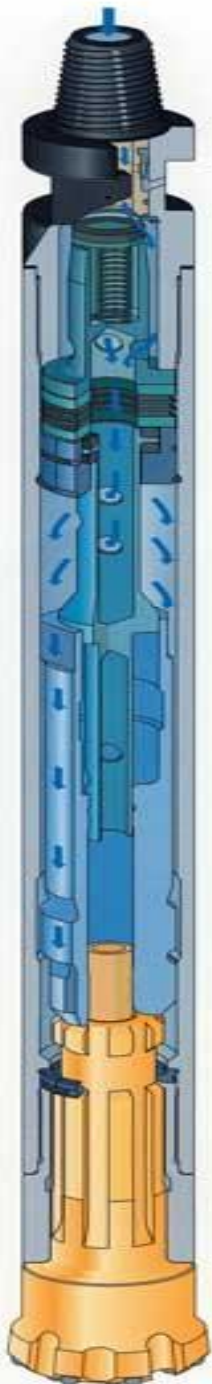
Процесс воздухораспределения у современных бесклапанных пневмоударников отличается простотой исполнения и отсутствием каналов в теле цилиндра пневмоударника. Отсутствие каналов позволяет максимально увеличить диаметр поршня при заданном диаметре пневмоударника, что повышает энергию единичного удара.

Среди всех бесклапанных пневмоударников наиболее совершенными можно считать пневмоударники с воздухораспределением двустороннего действия, бесканальные с хвостовиком или с трубкой, но с воздухораспределительной парой поршень-цилиндр.

Воздухораспределение двустороннего действия обеспечивает большую частоту ударов, а следовательно, и большую мощность.

Применение воздухораспределительной пары «поршень-цилиндр» обеспечивает использование всей возможной рабочей площади поршня. Применение трубки позволяет уменьшить размеры переходника пневмоударника. Использование же хвостовика приводит к удлинению переходника, но повышает надежность конструкции пневмоударника.

Бесклапанные пневмоударники вытесняют КИШТ-импульсный способ



## 5.3. Технические характеристики пневмоударников.

Параметры	Типоразмер		
	П-110-2,8	П-130-4,0	П-160А
Номинальный диаметр скважины, мм	105	125	165
Номинальное давление воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5
Энергия единичного удара, Дж	96	140	280
Частота ударов, с <sup>-1</sup>	27	21	21
Расход свободного воздуха, м <sup>3</sup> /мин	2,7	3,4	7,5
Ударная мощность, кВт	2,0	4	7
Наружный диаметр, мм	92	112	142
Масса без долота, кг	22	30	56