

УДК 622.24.05

К.А. Ананьев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ГИДРОФИЦИРОВАННОГО БУРОВОГО СТАНКА

Дано определение технического уровня экспериментального бурового станка, предназначенного для бурения скважин малого диаметра. По обобщенным показателям технического уровня приводится сравнительная оценка экспериментального бурового станка с аналогами, позволяющая наметить пути совершенствования станка.

Ключевые слова: гидрофицированный буровой станок, функциональный критерий, единичные показатели уровня качества бурового станка, обобщенный показатель уровня качества бурового станка.

В современных условиях ведения горных работ на угольных шахтах Кузбасса дегазация пластов стала одной из самых актуальных проблем. К тому же зачастую рабочее пространство, где требуется разместить буровое оборудование для проведения дегазационных скважин, весьма ограничено. На кафедре горных машин и комплексов Кузбасского государственного технического университета был создан гидрофицированный буровой станок для бурения скважин малого диаметра (до 150 мм), отличающийся малыми габаритными размерами и массой. Конструктивная схема станка приведена на рис. 1.

Станок состоит из трех основных узлов: направляющей рамы 1, вращателя 6 и гидроцилиндра подачи 2. Вращатель 6 состоит из опорной рамы 5, цепной передачи, гидромотора 3 и бурового патрона 7. Через свободную тыльную сторону вращателя 6 конструктивно просто осуществляется подвод воды или воздуха для удаления продуктов разрушения из скважины. Для этого предусмотрен штуцер 4.

Вращатель 6 перемещается по направляющей раме 1 гидроцилиндром

подачи 2. Шток гидроцилиндра связан с направляющей рамой 1, а корпус — с опорной рамой 5 вращателя 6. Таким образом, подвижным является корпус гидроцилиндра. Это позволило уменьшить металлоемкость и упростить конструкцию бурового станка.

Из приведенного описания видно, что длина станка вдоль оси бурения L определяется только конструктивными размерами гидроцилиндра 2, которые, будут зависеть от желаемой длины буровой штанги.

Поперечные габаритные размеры бурового станка B и H не зависят от длины штанги и могут варьироваться в достаточно широких пределах.

При создании экспериментального образца данного бурового станка был использован гидроцилиндр подачи бурового станка БГА-4 с длиной хода 770 мм.

Промышленные испытания экспериментального бурового станка дали возможность получить его подробные технические характеристики, позволяющие провести сравнение созданного станка с существующими аналогами.

Из общего парка буровых станков вращательного бурения для анализа были выделены станки, предназна-

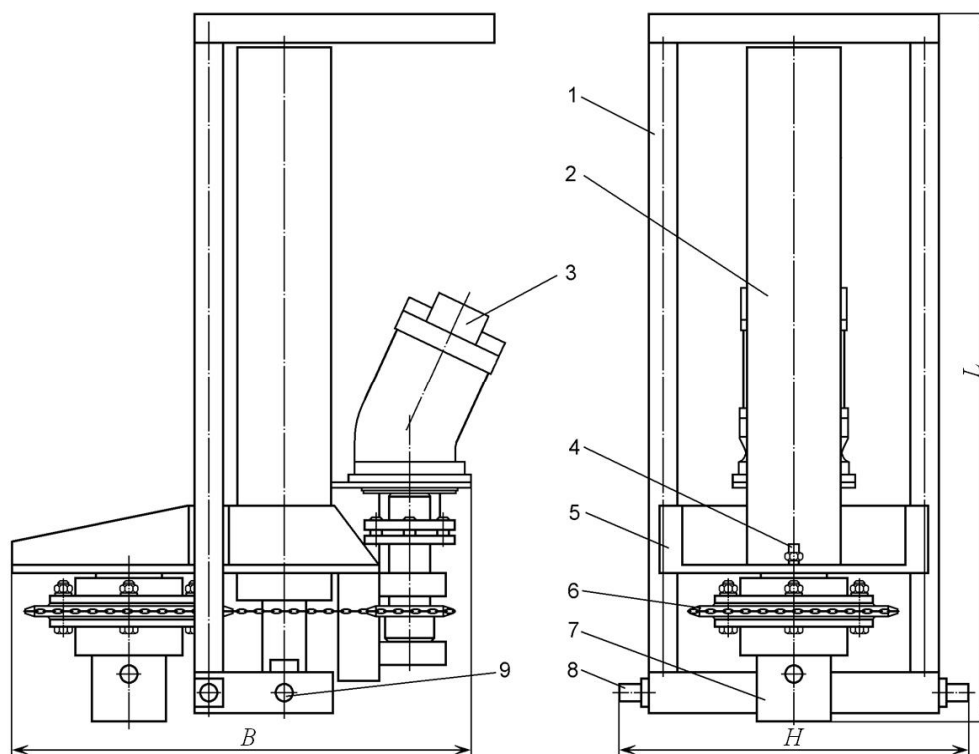


Рис. 1. Конструктивная схема бурового станка

ченные для бурения дегазационных скважин.

Помимо ныне выпускаемых станков нами были учтены и снятые с производства, чтобы учесть более полный опыт эксплуатации. Однако затруднения, связанные с нехваткой технической информации, не позволили нам охватить весь спектр станков данной категории. В табл. 1 приведены станки рассматриваемой группы с необходимой для анализа технической информацией.

Из всех методик, позволяющих количественно оценить качество буровых станков, была выбрана методика оценки качества Г.И. Солода, адаптированная для буровых станков Скорняковым Н.М. [1].

Первостепенной задачей данной методики ставится определение функ-

ционального критерия. Для бурового станка функциональный критерий λ может быть вычислен по формуле:

$$\lambda = 0,0167 N_c / H_w, \quad (1)$$

где N_c — суммарная мощность на разрушение забоя, кВт; H_w — удельный расход энергии на разрушение забоя скважины, кВт·ч/м³.

При сравнении буровых станков между собой они обязательно ставятся в одни условия, т.е. таким образом, чтобы тип разрушающего инструмента не влиял на результат оценки. По этой же причине из уравнения (1) исключены параметры разрушаемой породы. Исходя из этого, в данной работе для всех рассматриваемых станков параметр H_w принят одинаковым.

Полученный функциональный критерий λ позволяет количественно оце-

Таблица 1

Технические параметры буровых станков

№ п/п	Наименование	Диаметр бурения	Рабочая скорость подачи	Ход подачи	Длина станка вдоль оси бурения	Масса станка	Суммарная мощность приводов	Длина штанги	Масса штанги
			$V_{под}$	$I_{под}$	L	m	N_c	$l_{ш}$	$m_{ш}$
		мм	м/мин	мм	м	кг	кВт	м	кг
1	Экспериментальный	60—120	1,5	770	1,6	135	23,2	0,7	10
2	БЖ45-100Э	42-45	5,2	450	2,2	200	7,5	1,38	5,5
3	СБН	80	3	1000	2,05	680	10,5	1	6
4	БСК-2РП-в	93	27	450	1,41	500	11	1	10
5	Б100/200Э	100;130	2	1200	2,3	1790	27	1	13,6
6	СБГ-200	60	1,5	1000	0,85	479	12,9	1	4,3

нить выполнение буровым станком своей заданной функции и может быть использован при комплексной оценке технического уровня буровых станков.

Уровень качества машин определяется их техническими и конструктивными параметрами, из которых определяющими являются те, изменение которых существенно сказывается на уровне качества машин. Выбор этих параметров зависит конструктивных особенностей функциональных машин, условий эксплуатации, назначения и поставленной цели при определении уровня качества.

Выбор определяющих параметров для бурового станка.

Использование всех возможных параметров машин для оценки их качества лишено смысла, т.к. многие из них являются взаимосвязанными, и попытка оценки технического уровня по взаимосвязанным параметрам приведет лишь к увеличению массива данных, но никак не скажется на достоверности.

Все параметры можно распределить по иерархическим уровням и исключить те, которые относятся к более низкой структуре как уже вошедшие в высшие уровни. Кроме того,

необходимо вводить дополнительные параметры, учитывающие наличие взаимосвязей между параметрами одного иерархического порядка. Исходя из этого, для определения технического уровня выделены следующие параметры и коэффициенты: N_c — суммарная мощность приводов; m — масса рассматриваемого станка; K_m — коэффициент массы бурового станка; L — высота бурового станка вдоль оси бурения; $l_{ш}$ — длина буровой штанги; K_l — коэффициент совершенства компоновки станка; $I_{под}$ — ход подачи; $K_{под}$ — коэффициент совершенства привода подачи; K_p — коэффициент ручного труда. Приведенный набор данных следует считать как достаточный минимум параметров, определяющих уровень качества бурового станка [1].

Схема комплекса параметров бурового станка, определяющих его качество, представлена на рис. 2.

Параметры станков известны из их технических характеристик. Коэффициенты определяются следующим образом.

Коэффициент массы бурового станка K_m :

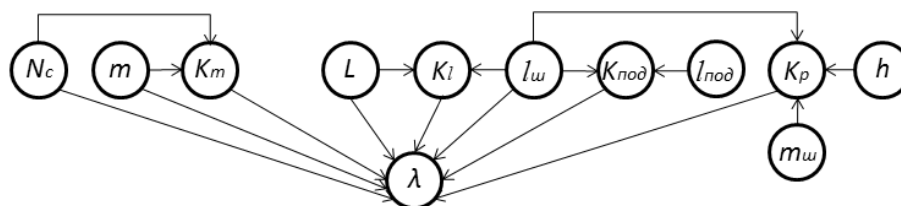


Рис. 2. Схема комплекса параметров бурового станка, определяющих его технический уровень: $m_{ш}$ — масса буровой штанги, h — высота подъема штанги рабочим

Таблица 2

Значения связывающих коэффициентов для рассматриваемых станков

№ п/п	Наименование	Коэффициент массы бурового станка	Коэффициент подачи	Коэффициент ручного труда	Коэффициент совершенства компоновки бурового станка
		K_m	$K_{под}$	K_p	K_l
1	Экспериментальный	6,465	1	11,429	2,286
2	БЖ45-100Э	26,667	3	4,384	1,594
3	СБН	64,762	1	4,8	2,05
4	БСК-2РП-В	45,454	2	5	1,41
5	Б100/200Э	66,296	1	10,88	2,3
6	СБГ-200	37,132	1	3,655	0,85

$$K_m = m/N. \quad (2)$$

Коэффициент совершенства компоновки станка K_l :

$$K_l = L/l_{ш}. \quad (3)$$

Коэффициент совершенства привода подачи $K_{под}$:

$$K_{под} = l_{ш}/l_{под}. \quad (4)$$

Коэффициент ручного труда K_p :

$$K_p = (m_{ш}/l_{ш})h. \quad (5)$$

В табл. 2 сведены расчетные значения коэффициентов для анализируемых станков.

Определение обобщенного показателя технического уровня буровых станков

Абсолютные значения параметров сами по себе не позволяют оценить качество и определить его уровень. Необходимо перейти к удельным значениям параметров.

По применяемой методике это достигается отношением абсолютных значений к значению функционального критерия.

$$x_{ij} = P_{ij}/\lambda_j, \quad (6)$$

где x_{ij} — удельное значение j -го параметра i -го станка; P_{ij} — абсолютное значение j -го параметра i -го станка; λ_j — функциональный критерий i -го станка.

При определении удельных значений необходимо соблюдать правило: для всех параметров уменьшение их абсолютных значений должно приводить к улучшению технического уровня станка, то есть к уменьшению удельного значения x данного параметра. Для параметров, уменьшение абсолютных значений которых ухудшает технический уровень станка, должны быть взяты их обратные величины.

Таблица 3

Удельные показатели параметров станков и их эталонные значения

№ п/п	Наименование	Функциональный критерий	Удельные параметры						
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
			λ	$1/(I_{ш\lambda})$	m/λ	K_m/λ	L/λ	K_l/λ	$K_{под}/\lambda$
1	Экспериментальный	0,461	3,613	292,69	14,0177	3,468	4,955	2,168	24,778
2	БЖ45-100Э	0,149	4,859	1341,31	178,842	14,754	10,691	20,119	29,402
3	СБН	0,209	4,790	3257,48	310,236	9,820	9,820	4,790	22,994
4	БСК-2РП-в	0,219	4,572	2286,33	207,848	6,447	6,447	9,145	22,863
5	Б100/200Э	0,537	1,862	931,47	123,506	4,284	4,284	1,862	20,268
6	СБГ-200	0,256	3,899	1867,70	144,783	3,314	3,314	3,899	14,251
Эталонные значения			1,862	292,69	14,0177	3,314	3,314	1,862	14,251

Таблица 4

Единичные показатели уровня качества и обобщенные показатели технического уровня

№ п/п	Наименование	Объем монтажно-демонтажных работ с буровым ставом	Металлоемкость	Соответствие массы станка мощности приводов	Вписываемость в выработку минимального сечения	Совершенство компоновки приводов станка	Совершенство привода подачи	Загрязненность ручного труда на вспомогательные операции	Обобщенный показатель технического уровня
1	Экспериментальный	0,515	1	1	0,955	0,669	0,859	0,575	0,8050
2	БЖ45-100Э	0,383	0,218	0,078	0,225	0,309	0,092	0,485	0,2682
3	СБН	0,389	0,089	0,045	0,337	0,337	0,389	0,619	0,3349
4	БСК-2РП-в	0,407	0,128	0,067	0,514	0,514	0,203	0,623	0,3732
5	Б100/200Э	1	0,314	0,113	0,773	0,773	1	0,703	0,7006
6	СБГ-200	0,478	0,157	0,097	1	1	0,478	1	0,6442

После расчета удельных показателей осуществляется выбор базовых показателей — эталона. Для этого использован матричный метод, примененный Солодом Г.И. [2], суть которого заключается в выявлении из матрицы удельных показателей рассматриваемых

станков минимальных значений каждого параметра, которые принимаются как эталонные.

Достоинства данного метода заключаются в том, что исключена субъективность в определении эталона, все эталонные показатели реально достигнуты (хоть и не в одном буро-

вом станке), эталон всегда находится в составе анализируемой группы.

Эталонные значения параметров и удельные показатели определены в табл. 3.

Исходя из эталонных значений и удельных параметров, осуществляется определение единичных показателей уровня качества.

$$q_{ij} = x_{6j}/x_{ij}, \quad (7)$$

где q_{ij} — единичный показатель j -го параметра i -го станка; x_{6j} — базовый (эталонный) удельный показатель j -го параметра.

Обобщенный показатель технического уровня рассматриваемого бурового станка K_i определяется по выражению [2]:

$$K_i = \frac{1}{(n-1)\sum_{j=1}^n q_{ij}} \sqrt{n \sum_{i=1}^n \left[q_{ij} \left(\sum_{j=1}^n q_{ij} - q_{ij} \right) \right]^2}. \quad (8)$$

В табл. 4 представлены значения единичных показателей уровня качества и обобщенные показатели технического уровня.

Выводы

Анализируя данные таблицы 4, можно сделать вывод о том, что экспериментальный гидрофицированный буровой станок находится на высоком техническом уровне. Это достигнуто, прежде всего, за счет малых габаритов и массы, а также высокой суммарной мощности приводов.

Исходя из имеющейся информации о зарубежных буровых станках того же назначения, технический уровень относительно них экспериментального станка останется достаточно высоким.

Сопоставляя функциональный критерий λ экспериментального бурового станка и станка Б100/200Э видно, что увеличение мощности приводов не даст возможности повысить технический уровень без уменьшения удельного расхода энергии на разрушение забоя скважины рабочим инструментом.

Таким образом, дальнейшие исследования предполагаются в направлении рационализации режимов работы приводов вращения и подачи для снижения энергоемкости бурения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скорняков Н.М. Теоретические основы проектирования станков вращательного бурения нового технического уровня для угольных шахт: автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н.: Кемерово: КузГПИ, 1992. — 33 с.

2. Солод Г.И., Шахова К.И., Русихин В.И. Повышение долговечности горных машин. — М.: Машиностроение, 1979. — 184 с.

3. Сафохин М.С., Богомолов И.Д., Скорняков Н.М., Цехин А.М. Машины и инструмент для бурения скважин на угольных шахтах. — М.: Недра, 1985. — 213 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Ананьев К.А. — старший преподаватель кафедры «Горные машины и комплексы», Кузбасский государственный технический университет, e-mail: aka.gmk@kuzstu.ru

