

**О.Ф. Ларионов**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ШАРОШЕЧНЫМИ ДОЛОТАМИ БУРОВЫХ СТАНКОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ КАРАКУБСКОГО И РОДНИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ ФЛЮСОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ

*Проанализированы особенности геологического строения Каракубского и Родниковского месторождений флюсовых известняков и разработана модель взаимодействия шарошечного бурового инструмента с горными породами в забое скважины для проведения взрывных работ применительно к условиям Каракубского и Родниковского месторождений флюсовых известняков, определены осевые усилия на буровом инструменте и скорости бурения в сравнении с практическими данными, полученными при бурении взрывных скважин буровыми станками типа СБШ-250МНА-32 для пород различной крепости.*

**Ключевые слова:** буровой станок, шарошечное долото, осевое усилие, скорость бурения.

### Постановка проблемы

Бурение взрывных скважин в условиях Каракубского месторождения проводится по горным породам, которые в пределах одного горизонта имеют различную крепость, изменяющуюся от 3 до 11 единиц по шкале профессора М.М. Протодьяконова. Буримые породы также имеют различную зернистость, абразивность, трещиноватость и включают прослойки темно-серых глинистых сланцев, кварцевого песчаника и другие включения. Бурение скважин осуществляется шарошечным буровым инструментом, который при таком соотношении пород с различными свойствами испытывает чрезвычайно изменяющиеся динамические нагрузки на границах перехода пород с различными свойствами, особенно с карстовыми полостями. Также происходит повышенный абразивный износ элементов долота. Поэтому разработка рациональных режимов бурения в данных условиях позволит увеличить производительность буровых станков и предупредит повышенный износ бурового инструмента, что улучшит технико-экономические показатели бурения в целом.

### Анализ последних исследований и публикаций

Основным оборудованием для бурения взрывных скважин на карьерах являются станки шарошечного бурения [1]. Слабым звеном в станках являются проблемы разрушения и низкого ресурса рабочего инструмента, а также нагрузки, действующие на него при бурении технологических скважин [2]. Из опыта работы

известно, что на износ элементов вооружения шарошечных долот влияют механические свойства осадочных горных пород, режимы бурения и механизмы разрушения горных пород [3]. На данный момент разработаны требования к конструкции и оснащению буровых станков, требования к условиям, методы и средства их испытаний, различные типомодели шарошечных долот отечественного и зарубежного производства, эксплуатируемые на карьерах РФ и СНГ [4,6]. Для изучения проблемы износа бурового инструмента разработана упрощенная модель процесса разрушения породы при перекачивании шарошки и контактах зубьев с поверхностью забоя для определения осевого усилия на забой и теоретической скорости бурения [5]. На основании анализа процесса бурения с помощью математического моделирования проводятся расчеты параметров для различных условий и определяются направления дальнейших исследований для создания реальных возможностей рационального регулирования режимов, приводящих к повышению производительности буровых станков, с использованием методов определения механических свойств горных пород [7,8]. Механизмы разрушения пород при бурении зависят от типов породоразрушающих инструментов, интенсивности и скорости их нагружения в этом процессе, характеристик буровых растворов для очистки забоя скважины. Конструктивные особенности долот, требования к структуре вставных зубьев разрабатываются для конкретных условий применения с учетом закономерностей разрушения пород, их неоднородности и структур-

ных особенностей. Учитывая многообразие существующих способов бурения и физико-механических свойств горных пород, изготавливаются буровые породоразрушающие инструменты с различными типами действия и конструктивного исполнения. Рациональное использование бурового инструмента определяется выполнением требований правил эксплуатации и учетом его отработки [9...11].

### Цель (задачи) исследования

Целью данной исследовательской работы является изучение процесса взаимодействия шарошечного бурового инструмента с горными породами в забое при бурении взрывных скважин по породам с изменяемой величиной крепости и абразивности по глубине скважины для создания модели, позволяющей определять оптимальные режимные параметры бурения для условий Каракубского и Родниковского месторождений флюсовых известняков.

### Основной материал исследования

Разведка и добыча полезных ископаемых в современном мире становится все более интенсивной. Буровые работы проводят не только в горной отрасли, но и в нефтегазовой и строительной отраслях. Годовые объемы бурения на открытых горных, строительных и земляных работах в России в ближайшее десятилетие превысят 60...70 млн. м, освоение потребует списочного состава буровых станков более 2 тыс. ед. и годового расходования 160...200 тыс. бурового инструмента. Ежегодные эксплуатационные затраты могут достигнуть более 6 млрд. руб., из которых примерно 60...65 % составят буровые долота [1]. Учитывая, что объемы горных работ наращиваются, а горно-геологические условия усложняются и не являются однотипными даже в пределах одного месторождения, актуальность проводимых работ возрастает. В настоящее время в мире насчитывается около 5000 действующих наземных буровых установок для разведки и разработки месторождений нефти и газа [2]. Каракубское месторождение флюсовых известняков разрабатывается открытым способом, на данный момент двумя карьерами: Северным и Жеголевским Комсомольского рудоуправления. Проведена детальная разведка Родниковского месторождения, которое в перспективе должно разрабатываться Комсомольским рудоуправлением. Объектом эксплуатации являются осадочные породы, которые представлены отложениями верхнего девона и мощной толщей нижнекарбонных пород, включающих кондиционные горизонты флюсовых известняков. Каракубское

месторождение включает также запасы полиметаллических руд и минералов серебра. Коэффициент крепости разрабатываемых пород по шкале проф. М.М. Протодяконова составляет  $f=3...11$ . Рыхление скальных горных пород производится буровзрывным способом с применением буровых станков типа СБШ-250-МНА32, конструкция, оснащение и требования, по испытанию которых изложены в [4]. Известняки рассматриваемых месторождений относятся к труднобуримым породам. Горно-геологические условия Каракубского и Родниковского месторождений усложняются наличием карстовых полостей, которые заполнены глинами, разнозернистыми песками с примесью кремния, кремнистого мергеля и известняков. Встречаются каверны полые и заполненные песчано-глинистым материалом или кальцитом в виде крупных кристаллов. Классификация пород Каракубского месторождения представлена в табл. 1.

Высота уступа на горизонтах составляет 10 м. Глубина буримых взрывных скважин с учетом перебура в среднем составляет 12 м. Геологическое строение карьерного поля представлено на рис. 1.

Как видно из рисунка, в пределах горизонтов +3 м, -17 м, -47 м, -77 м соотношение пластов с породами различной крепости изменяется, и скважины приходится бурить шарошечным долотом одного типа, изменяя при этом режимы бурения: осевое усилие на долото и скорость вращения. Так, на горизонте +3 м первые четыре метра бурение проводится по мелкозернистым известнякам с крепостью  $f=6$ , а остальные 8 метров скважина бурится по серым сливным известнякам с крепостью  $f=10$ . Причем изменяется не только крепость пород, но и абразивность. На горизонте -17м первые три метра скважины бурение осуществляется по серым сливным известнякам с крепостью  $f=10$ , а остальная часть скважины бурится по серым и темно-серым средне- и мелкозернистым битуминозным известнякам с неравномерной величиной зерен, трещиноватостью. Очевидно, что бурение будет производиться одним долотом, но режимы бурения должны быть подобраны соответствующим образом, чтобы сохранить максимально возможную производительность и уменьшить износ долота. Имеющиеся факторы усложняют выбор оптимальных режимов бурения и увеличивают износ бурового инструмента. Месторождение вскрыто до горизонта -27 м, и в перспективе работы будут продолжаться с углублением до горизонта -87 м. На горизонте -47 м ожидается сочетание серых и темно-серых средне- и мелкозернистых битуминозных известняков

Табл. 1. Классификация пород Каракубского месторождения

Стратиграфический индекс	Характеристика пород	Тип пород
Нижнекаменноугольные отложения		
$C^v_d$	мощность $m=50...60$ м, крепость $f=10...11$	толстослоистые серые, темно-серые, средне- и мелкозернистые окремленные известняки с частыми желваками черных кремней
$C^v_{\sigma+c}$	мощность $m=50...60$ м, крепость $f=9...10$	серые среднезернистые и мелкозернистые известняки
$C^v_a$	мощность $m=6$ м, крепость $f=5...7$	темно-серые до черного цвета тонкозернистые, часто глинистые, неплотные битуминозные известняки, переслаивающиеся с тонкими прослоями мощностью $0,05...0,4$ м
Турнейский ярус		
$C^{t1}_{d2}$	мощность $m=8$ м, крепость $f=6$	темно-серые до черного цвета мелкозернистые битуминозные известняки с обилием фауны
$C^{t1}_{d1}$	мощность $m=19$ м, крепость $f=10$	серые сливные известняки
$C^{t1}_c$	мощность $m=28...30$ м, крепость $f=7...8$	серые и темно-серые средне- и мелкозернистые битуминозные известняки с неравномерной величиной зерен, трещиноватостью
$C^{t1}_b$	мощность $m=31$ м, крепость $f=10$	сливные и полусливные серые, синевато-серые трещиноватые известняки с тонкими прослоями доломитизированных мелкозернистых и среднезернистых известняков; часто встречаются прослойки темно-серых глинистых сланцев мощностью до 2 м
$C^{t1}_d$	мощность $m=3$ м, крепость $f=3$	мелкозернистые глинистые известняки серого и темно-серого цвета, прослойки глинистого сланца и кварцевого песчаника на известковом цементе

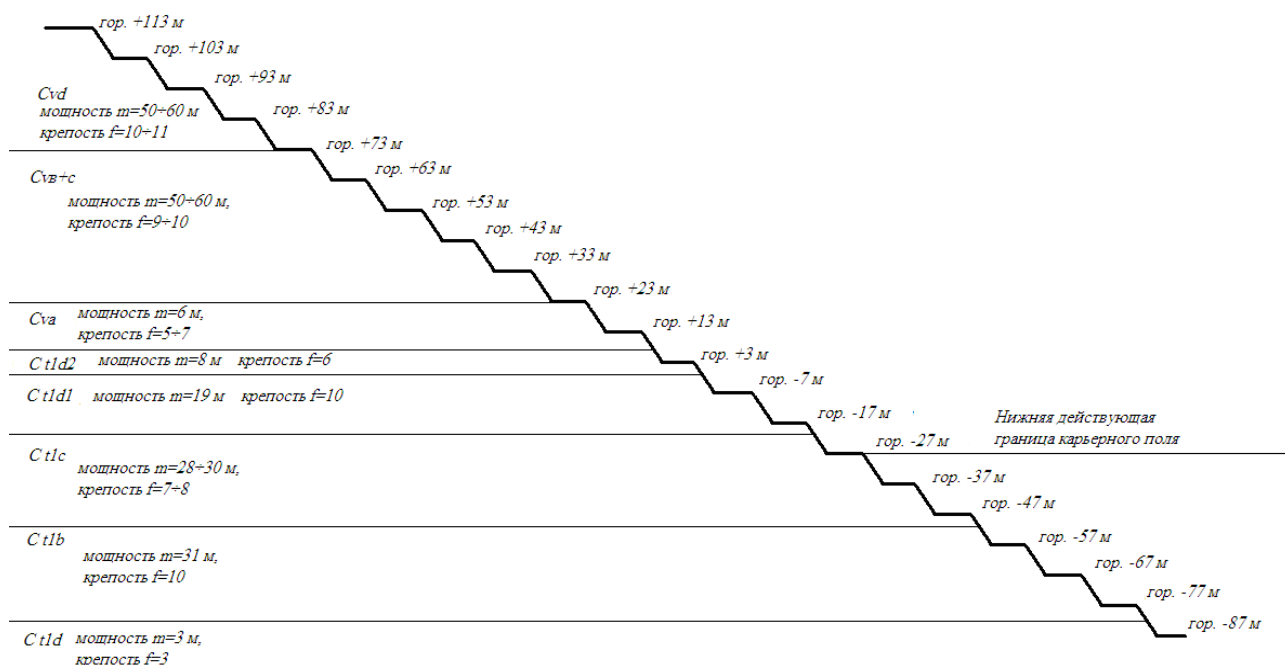


Рис. 1. Геологическое строение карьерного поля Каракубского месторождения

с неравномерной величиной зерен, трещиноватостью, крепостью  $f=7$  и мощностью 3 м от верхней рабочей площадки с переходом в сливные и полусливные серые, синевато-серые тре-

щидоватые известняки с тонкими прослойками доломитизированных мелкозернистых и среднезернистых известняков с прослойками темно-серых глинистых сланцев мощностью до 2 м и

крепостью  $f=10$ . В результате многолетней практики бурения взрывных скважин на предприятии «Комсомольское рудоуправление» по среднестатистическим данным хронометража были определены скорости бурения для пластов горных пород различной крепости шарошечным долотом типа Ш-244,5-ГЗ-П ГОСТ 20692-75.

Осевое усилие на буровой инструмент определялось по показаниям манометра в гидравлической системе механизма подачи станка.

Частота вращения бурового става составляла  $n=100$  об/мин. Показатели сведены в табл. 2.

Для определения режимов работы бурового станка при бурении по породам различной крепости используют модели взаимодействия бурового инструмента с горной породой. Это определяет целесообразность дальнейшего проведения исследований для получения необходимых данных.

Упрощенная модель процесса разрушения породы при перекачивании шарошки и контактах зубьев с поверхностью забоя, предложенная проф. Р.Ю. Подэрни, определяет потребное осевое усилие подачи на долото с учетом крепости породы и диаметра долота и теоретическую скорость шарошечного бурения [5].

Осевое усилие подачи:

$$P_{oc} = 10^{-2} KfD, \quad (1)$$

где  $K=6...8$  – большие значения для более крупных долот;  $f$  – коэффициент крепости породы по М.М. Протодяконову;  $D$  – наружный диаметр долота, мм.

Применив данную методику для расчета осе-

вого усилия на буровой инструмент и скорости шарошечного бурения для реальных условий бурения известняков Каракубского месторождения, получим результаты, которые сравним с данными, полученными на практике, и сведем их в табл. 3.

Расчетное осевое усилие принималось равным значению, устанавливаемому при бурении скважин на станках. Расчетная скорость бурения определялась из условия частоты вращения бурового става, равной 100 об/мин.

Очевидно, что расчетные скорости бурения превышают значения, полученные на практике.

Для определения скорости бурения в данной методике используется глубина внедрения зуба шарошки в горную породу.

В оригинальной методике автор предлагает использовать коэффициент затупления в виде фиксированной величины, но в процессе работы величина затупления зубьев долота возрастает.

Поэтому предлагается для более точного отражения процесса взаимодействия инструмента с горной породой учесть проходку долота, абразивность горной породы и твердость материала, из которого изготавливают зубья фрезерованных долот и вставки штыревых долот, при определении глубины внедрения зуба в породу, вместо коэффициента затупления:

$$h = \frac{1,5 \cdot 10^2 \cdot P_{oc}}{\left(\frac{2A}{HRA}\right)^{\frac{A}{HRA}} \cdot D \cdot f\left(\frac{tg\alpha}{2 + \mu_1}\right) \cdot \sqrt{\ln l}}, \quad (2)$$

Табл. 2. Полученные данные скоростей бурения для горных пород Каракубского месторождения

Место проведения работ	Крепость по шкале профессора Протодяконова	Скорость бурения, м/час	Осевое усилие, кН
Карьер Северный, горизонт -27 м	10...11	11	220
Карьер Жеголевский, горизонт +23 м	7...8	14	220

Табл. 3. Сравнительные данные осевых усилий на буровой инструмент и скоростей шарошечного бурения скважины

Этап бурения	Крепость по шкале профессора Протодяконова	Скорость бурения по данным хронометража, м/час	Осевое усилие подачи станка, кН	Расчетная скорость бурения, м/час	Расчетное осевое усилие подачи, кН
Карьер Северный, горизонт -27 м	11	11	220	37,8	220
Карьер Жеголевский, горизонт +23 м	7...8	14	220	52,4	220

где  $h$  – глубина внедрения зуба шарошки, мм;  $\mu$  – коэффициент трения металла шарошки о породу,  $\mu=0,25\dots1,0$ ;  $f$  – коэффициент крепости породы по М.М. Протодяконову;  $D$  – наружный диаметр долота, мм;  $\alpha$  – угол у вершины зуба, град.;  $l$  – проходка долота, м;  $A$  – показатель абразивности горной породы, мг [11];  $HRA$  – твердость материала зуба (вставки) по Роквеллу.

Тогда теоретическая скорость шарошечного бурения будет определяться формулой:

$$v_{\delta} = \frac{16,2 \cdot K_{ck} \cdot n_{\delta p} \cdot P_{oc}}{\left(\frac{2A}{HRA}\right)^{\frac{A}{HRA}} \cdot D \cdot f\left(\frac{tg\alpha}{2 + \mu_1}\right) \cdot \sqrt{\ln l}}, \quad (3)$$

где  $K_{ck}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение скорости бурения за счет неполного скола породы между зубьями ( $K_{ck}=0,3\dots0,5$  – большая величина для более мягких пород);  $n$  – частота вращения бурового инструмента,  $c^{-1}$ .

Произведем расчеты скорости бурения по предлагаемой методике для горизонта +23 м карьера Жеголевского и для горизонта -27 м карьера Северного Каракубского месторождения для следующих условий:

– карьер Жеголевский, горизонт +23 м, осевое усилие  $P_{oc}=220$  кН, крепость пород  $f=8$ , частота вращения  $n=40/100/120$  об/мин, показатель абразивности  $A=18$  мг;

– карьер Северный, горизонт -27 м, осевое усилие  $P_{oc}=220$  кН, крепость пород  $f=11$ , частота вращения  $n=40/100/120$  об/мин, показатель абразивности  $A=30$  мг;

Для бурения применяется штыревое долото со вставками из сплава ВК11ВК с твердостью  $HRA=87$ . На практике при бурении по известнякам карьера Жеголевского проходка долота может составлять до 2000 метров. На карьере Северном известняки с высоким содержанием кремния и высокой твердостью и абразивностью, и максимальная проходка долота может составлять 1500 метров. Это зависит и от качества изготовления долот. Данные расчетов сведены в табл. 4.

Полученные значения соответствуют данным хронометража и отражают снижение скорости бурения при увеличении проходки долота и абразивности горных пород.

Графически эти зависимости отражены на рис. 2 и 3.

Используя полученную методику, можно, задавшись скоростью бурения, определить значения осевого усилия и скорости вращения бурового става при изменяющихся значениях крепости и абразивности пород.

Определим осевое усилие и частоту вращения бурового става при заданной скорости бурения  $v_{\delta}=12$  м/час, крепости пород  $f=6$ , показателе абразивности  $A=18$  мг, проходке долота  $l=300$  м, что соответствует породам горизонта +13 м Жеголевского карьера:

$$P_{oc} = v_{\delta} \cdot \left(\frac{2A}{HRA}\right)^{\frac{A}{HRA}} \cdot D \cdot f\left(\frac{tg\alpha}{2 + \mu_1}\right) \times \sqrt{\ln l} \cdot (16,2 \cdot K_{ck} \cdot n_{\delta p})^{-1} \quad (4)$$

Табл. 4. Расчетные значения скорости бурения для горизонта -27 м Северного карьера и +23 м Жеголевского карьера Каракубского месторождения

Проходка долота $l$ , м	Показатель проходки долот $\sqrt{\ln l}$	Скорость бурения $v_{\delta}$ , м/час					
		при осевом усилии $P_{oc}=220$ кН крепость пород $f=8$			при осевом усилии $P_{oc}=220$ кН крепость пород $f=11$		
		Частота вращения долота, об/мин			Частота вращения долота, об/мин		
		40	100	120	40	100	120
200	2,3	6,28	15,7	18,8	4,56	11,4	13,7
400	2,44	5,92	14,8	17,7	4,28	10,7	12,8
600	2,52	5,73	14,3	17,2	4,16	10,4	12,5
800	2,58	5,6	14	16,8	4,08	10,2	12,2
1000	2,62	5,5	13,7	16,5	4,0	10,0	12,0
1200	2,66	5,4	13,5	16,2	3,9	9,8	11,8
1400	2,69	5,3	13,2	15,9	3,8	9,7	11,6
1600	2,71	5,3	13,2	15,9	3,8	9,6	11,5
1800	2,73	5,2	13	15,6	3,8	9,6	11,5
2000	2,76	5,2	13	15,6	3,8	9,5	11,5

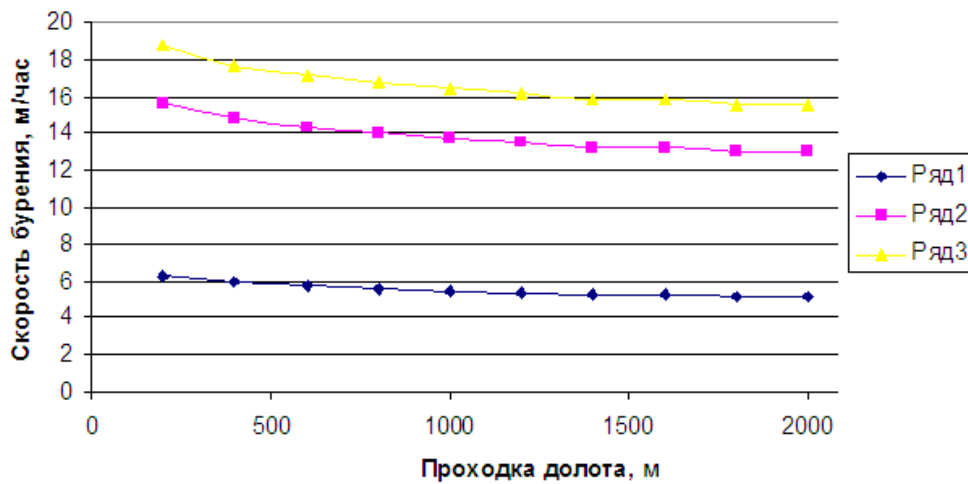


Рис. 2. Зависимость скорости бурения от проходки долота, частоты вращения бурового става при крепости буримых пород  $f=8$ :  
 ряд 1 – частота вращения  $n=40$  об/мин; ряд 2 – частота вращения  $n=100$  об/мин;  
 ряд 3 – частота вращения  $n=120$  об/мин

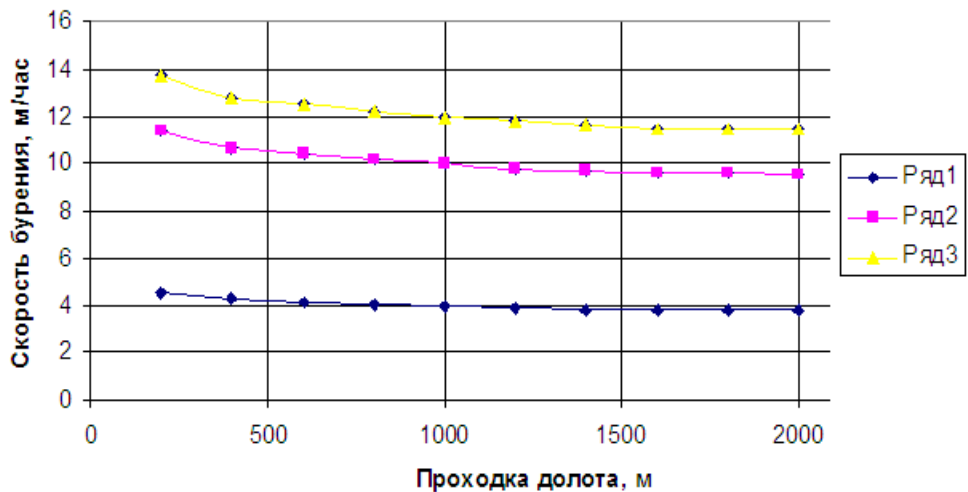


Рис. 3. Зависимость скорости бурения от проходки долота, частоты вращения бурового става при крепости буримых пород  $f=11$ :  
 ряд 1 – частота вращения  $n=40$  об/мин; ряд 2 – частота вращения  $n=100$  об/мин;  
 ряд 3 – частота вращения  $n=120$  об/мин

Данные расчетов сведем в табл. 5.

Определим осевое усилие и частоту вращения бурового става при заданной скорости бурения  $v_{\sigma}=12$  м/час, крепости пород  $f=10$ , показателе

абразивности  $A=30$  мг, проходке долота  $l=300$  м, что соответствует породам горизонта -17 м Северного карьера. Данные расчетов сведем в табл. 6.

Табл. 5. Расчетные данные параметров бурения для горизонта +13 м

$v_{\sigma}=12$ м/час, $f=6$ , $A=18$ мг, $l=300$ м	
$P_{ос}$ , кН	$n_{вр}$ , об/мин
924	20
462	40
308	60
231	80
185	100
154	120
123	150

Табл. 6. Расчетные данные параметров бурения для горизонта -17 м

$v_{\sigma}=12$ м/час, $f=10$ , $A=30$ мг, $l=300$ м	
$P_{ос}$ , кН	$n_{вр}$ , об/мин
1195	20
597,5	40
398	60
298	80
239	100
199	120
159	150

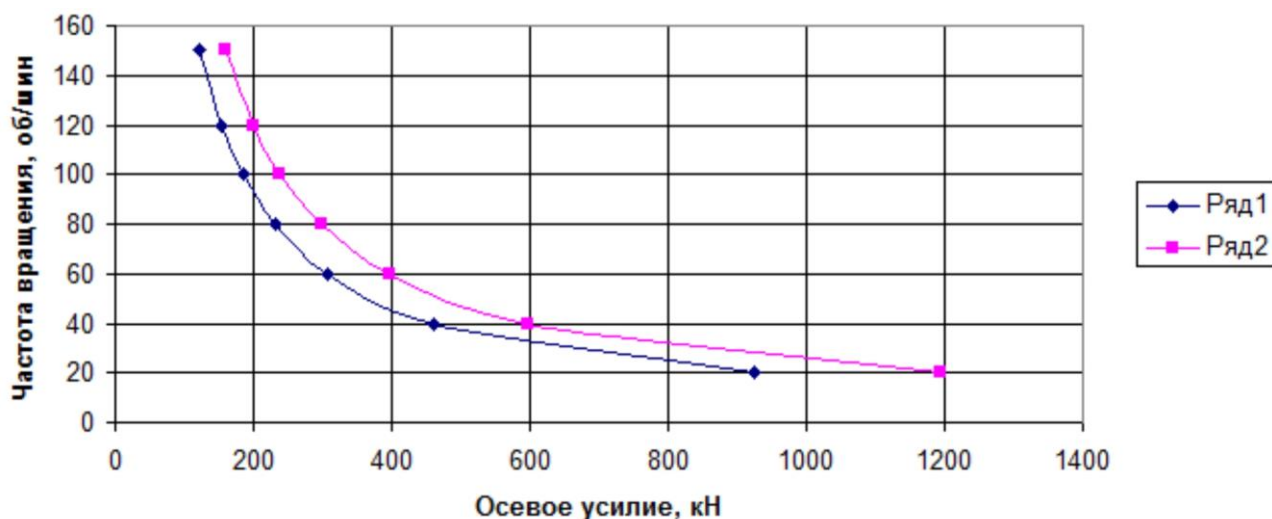


Рис. 4. Зависимости параметров бурения для горизонтов: ряд 1 – +13 м; ряд 2 – -17 м

Полученные значения соответствуют практическим данным, используемым при бурении скважин на карьере: при частоте вращения  $n=100$  об/мин, осевом усилии  $P_{oc}=220$  кН и крепости  $f=11$  скорость бурения составляет  $v_b=11$  об/мин.

Графически эти зависимости изображены на рис. 4.

### Выводы

В результате исследований проведен анализ особенностей геологического строения Каракубского месторождения. Установлено, что при бурении взрывных скважин на горизонтах +3 м, +13, -17 м, -47 м, -77 м бурение проводится одним долотом по породам различной крепости и абразивности, что требует выбора оптимальных режимов бурения для производительной работы станка и уменьшения износа шарошечного долота. В предложенную ранее проф. Р.Ю. Подэрни модель взаимодействия бурового инструмента с горной породой введен показатель, учитывающий абразивность горных пород и материал вооружения долота, а также показатель, учитывающий проходку долота. Это позволило установить зависимости осевого усилия на буровой инструмент и скорости бурения от крепости и абразивности горных пород, а также от проходки долота. Получены расчетные данные и графические зависимости, подтверждающие работоспособность модели, которая позволяет решать как прямые, так и обратные задачи по определению параметров буровых работ. Таким образом, можно, задавшись крепостью, абразивностью горных пород и учитывая постоянную наработку долота, определить осевое усилие на буровой став, частоту вращения бурового става в любой момент времени работы бурового инструмента и

при этом определять скорость бурения. Либо, задавшись скоростью бурения, крепостью и абразивностью горных пород, определять необходимое для этого осевое усилие на буровой инструмент и скорость вращения бурового става с учетом проходки долота. Данная модель позволит создать программу, учитывающую все необходимые условия проведения буровых работ и возможность автоматизации процесса бурения с выбором наиболее оптимальных режимов бурения, что в свою очередь позволит повысить производительность буровых станков и увеличить ресурс работы бурового инструмента.

### Список литературы

1. Гилев, А.В. Проектирование рабочих органов и режимных параметров буровых станков для сложноструктурных горных массивов: монография / А.В. Гилев, А.О. Шигин, В.Д. Буткин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 320 с.
2. Воробьев, А.Е. Техничко-технологическое состояние буровой подотрасли России: монография. – Москва: РУДН, 2016. – 188 с.
3. Буткин, В.Д. Буровые машины и инструменты / В.Д. Буткин, И.И. Демченко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 120 с.
4. ГОСТ Р 55736-2013. Оборудование горношахтное. Станки для бурения взрывных скважин на открытых горных работах. Общие технические требования и методы испытаний. – Разработан ОАО «Национальный научный центр горного производства – Институт горного дела им. А.А. Скочинского». – М.: Стандартинформ, 2014. – 32 с.
5. Подэрни, Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых горных работ: в 2 т. – М.: МГГУ, 2001. – 422 с.

6. Выбор и рациональная эксплуатация буровых инструментов и станков на карьерах: монография / В.Д. Буткин [и др.] – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. – 235 с.
7. Чифранов, К.А. Регулирование процесса бурения. – М.: Недра, 1976. – 160 с.
8. Нескоромных, В.В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 396 с.
9. Волик, Д.А. Буровые породаразрушающие инструменты. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. – 94 с.
10. Додис, Я.М. Разрушение горных пород при бурении и взрывании / Я.М. Додис, В.И. Ни-  
фадьев. – Бишкек: КРСУ, 2006. – 374 с.
11. Барон, Л.И. Абразивность горных пород при добычании / Л.И. Барон, А.В. Кузнецов. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 213 с.
12. Mitchell, R.F. Fundamentals of Drilling Engineering / R. F. Mitchell, S.Z. Miska. – Richardson, TX, USA: Society of Petroleum Engineers, 2011. – 710 p.
13. Applied Drilling Engineering / Jr. Adam T. Bourgoyne [et al.]. – Second Printing. – Richardson, TX, USA: Society of Petroleum Engineers, 1991. – 508 p.
14. Prassl, W.F. Drilling Engineering. – Perth, Western Australia: Curtin University of Technology, Department of Petroleum Engineering, 1996. – 282 p.

**O.F. Larionov**

*Donetsk National Technical University (Donetsk)*

**ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF BREAKING ROCK  
WITH ROLLER BITS OF DRILLING RIGS IN CONDITIONS OF KARAKUBIAN  
AND RODNIKOVSKIY DEPOSITS OF FLUX LIMESTONES**

***Background.** Drilling work in the quarries carried out for the construction of explosive wells, which have a small depth, about 12...15 meters, and on rocks of different strength, abrasiveness in complex geological conditions. Despite many years of experience in the operation of drilling tools and drilling rigs, there is a problem of increased wear of drill bits, low productivity of drilling rigs and low efficiency of drilling. The drilling work in Karakubian deposit of flux limestones conducted by SBSH-250 MNA-32 for rocks with a range of fortress according to the depth of the well from  $f=3$  to  $f=11$ , and the rocks have different abrasiveness, fracture, grain. These factors complicate the choice of rational drilling modes, and it is necessary to take into account their influence in determining the drilling speed depending on the applied axial force.*

***Materials and/or methods.** The analysis of the geological structure features of the Karakubian deposit of flux limestones carried out. In the selection method of drilling parameters proposed to take into account the abrasiveness of rocks, the material fortress of the drill bit and its penetration.*

***Results.** The obtained dependences enable the determination of the drilling parameters at different combinations of the fortress, the abrasiveness of rocks, the frequency of rotation of the drilling rig and penetration of the drilling bit, which will allow optimal selection of the drilling mode and increase the productivity of drilling rigs and drilling tool life.*

***Conclusion.** The results of the study show that the proposed model of interaction of the drilling tool with rock more effectively reflects the features of the influence of the fortress and abrasiveness of rocks on the wear of the drilling tool, allows taking into account the duration of the bit operation. Thus, you can define the parameters of drilling operations more accurately, which is confirmed by the practical data in the work of drilling machines at the quarry.*

***Keywords:** drilling rig, roller bit, axial force, drilling speed.*

**Сведения об авторе**

**О.Ф. Ларионов**

SPIN-код: 2738-6441

ORCID iD: 0000-0003-1008-5362

Телефон: +380 (71) 318-46-97

Эл. почта: super.lariono2010@yandex.ua

*Статья поступила 17.12.2018 г.*

*© О.Ф. Ларионов, 2019*

*Рецензент д.т.н., проф. О.Е. Шабаев*