

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СООРУЖЕНИЯ СКВАЖИН

*Е. Н. Халименди́ков, канд. техн. наук, ш/у «Покровское», office@kz1.donetsksteel.com,  
С. А. Зинченко, инж., ПрАО «Донецксталь», comdir@donetsksteel.com,  
Е. А. Юшков инж., ПрАО «Донецксталь», youshkov@donetsksteel.com,  
И. А. Дедич инж., ПрАО «Донецксталь», dedich.ia@donetsksteel.com*

В статье исследуются проблемы инновационных технологий сооружения скважин. Обоснована необходимость внедрения организационных и технологических инноваций для достижения высокой скорости коммерческого бурения. Показана экономическая эффективность поточных технологий сооружения скважин.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, поточные технологии, бурение, скважина, затраты, добыча угля.

**Постановка проблемы.** Угольная отрасль нуждается в прогрессивных технологиях, которые снимут ограничения роста нагрузки на действующие забои по газовому фактору с сохранением высоких стандартов безопасной обработки запасов.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Проблемам внедрения в угольной отрасли Украине прогрессивных технологий, позволяющих обеспечить поступательный рост нагрузки на действующие забои по газовому фактору, посвящено много научных исследований. Значительная доля из них направлена на совершенствование «внутренних» инструментов и механизмов шахты, обеспечивающих рост добычи угля. Однако улучшение характеристик существующего технико-технологического потенциала уже исчерпало себя. Необходимы новые прорывные решения.

В научной среде стали появляться публикации, в которых отражаются перспективные подходы в решении данной проблемы [1; 4; 6]. Авторы данной статьи предпринимают попытку развить данное направление исследований в контексте внедрения поточных технологий сооружения скважин, показать их актуальность и экономическую значимость. Предложенная инновационная технология синергетических потоков, представляющих собой пространственно-временное сочетание очистных и буровых работ, имеет высокую экономическую эффективность и большую практическую перспективу для социально и экологически ответственных компаний, функционирую-

щих на метано-угольном рынке.

**Формулирование цели статьи.** Целью данной работы является раскрытие экономической эффективности поточных технологий сооружения скважин.

**Изложение основного материала исследования.** Дегазация выработанного пространства с помощью скважин пробуренных с поверхности – современная высокоэффективная технология, которая дополняет базовые методы дегазации, традиционно используемые на угольных шахтах. Главным фактором, сдерживающим его активное применение, является недостаточный технико-технологический потенциал компаний, представленных на украинском рынке буровых услуг. Производственная база большинства из них не отвечает современным требованиям к технологии и темпам сооружения скважин, а также мобильности передвижения бурового комплекса. Чтобы соответствовать духу времени, необходимы нетиповые управленческие решения в области бурения, основанные на технологических и организационных инновациях. Необходимы перспективные методы бурения, способные преодолеть геолого-экологические ограничения и обеспечить высокую экономическую эффективность без ущерба для безопасности и качества производства в соответствии со следующими требованиями:

- иметь высокие темпы сооружения скважин;
- легко монтироваться, демонтироваться и перемещаться на другую буровую площадку;

- обеспечить точность прохождения вертикальных скважин;
- обладать значительным эксплуатационным потенциалом;
- быть универсальным при проведении различных буровых операций;
- отвечать современным эргономическим требованиям;
- оказывать минимальное негативное влияние на экосистему.

Мониторинг отечественного рынка буровых услуг показал, что его предложений недостаточно для решения целей и задач, поставленных перед Покровским горнопромышленным парковым комплексом [2–3]. Всем этим требованиям соответствовал современный канадский бурильный комплекс Ultra Single 150, который при правильном управленческом подходе, обеспечивал баланс трех главных факторов производства – эффективность, безопасность и качество [4–6]. Среди его технологических достоинств особо следует выделить автоматизированную гидравлическую систему бурения, которая является принципиально новой технологией, не имеющей аналогов в Украине [7].

Внедрение уникального для Украины бурильного комплекса не сразу дало положительный эффект. На начальном этапе его использования нормативные сроки сооружения первых скважин были значительно превышены. Фактически на сооружение одной скважины требовалось более 2,5 недель. Потери времени, связанные с сооружением скважины, сопровождались повышенными расходами материальных ресурсов, топлива и энергии, требовали привлечения дополнительных капитальных и трудовых ресурсов.

Для снижения потерь времени потребовалось изменить систему организации производства бурения. Был внедрен поточный метод бурения как наиболее прогрессивный и высокоэффективный метод организации производства, сочетающий достоинства последовательного и параллельного методов и сглаживающий их недостатки. Поточные технологии бурения позволили обеспечить ритмичность и равномерность процессов производства, рациональное использование времени работы людей и машин.

Проведенный комплекс мероприятий

по оптимизации организационных и технологических процессов бурения позволил снизить производственные затраты и сократить сроки сооружения скважин в 2,5 раза. В результате было обеспечено сооружение в месяц не менее трех скважин глубиной 750–820 м. Данная скорость сооружения скважин в 5–7 раз быстрее, чем это делают отечественные организации [4], что является рекордом в отечественной буровой практике. Экономический эффект достигнутой коммерческой скорости бурения выразился в значительном снижении затрат, связанных с сооружением скважин. В сравнении с затратами, понесенными в случае сооружения скважин по технологиям сторонних подрядных организаций, затраты на сооружение скважин по поточной технологии ниже на 55%.

Опыт бурения первых дегазационных скважин показал несовершенство их конструкции. Помимо технологических недостатков, применение базовой конструкции скважин имело и негативные экономические последствия, выражающиеся в значительном перерасходе материальных и финансовых ресурсов. Специалистами компании был разработан оптимальный вариант конструкции скважины, позволяющий обеспечить высокую коммерческую скорость бурения, надежные эксплуатационные характеристики и приемлемый уровень затрат на ее сооружение. В табл. 1 приведены основные характеристики снижения расхода материалов и топлива при изменении конструкции скважины (скважина Ø 215/146 – базовый вариант; скважина Ø 165/114 – новый вариант).

Основными факторами, определившими экономический эффект от изменения конструкции дегазационной скважины, стали сокращение основных производственных фондов, снижение расхода материалов и топлива. К снижению топливно-материальных затрат добавилась экономия на аренде основных средств производства. В табл. 2 представлены относительные показатели экономического эффекта, полученного в результате оптимизации конструкции скважины. Затраты базового варианта сооружения скважины Ø 215/146 приняты на уровне 100%.

Таблица 1  
Изменение удельных затрат материалов и топлива при оптимизации конструкции скважины

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Диаметр скважины		Отклонение
			Ø 215/146	Ø 165/114	
<b>1 Вес колонны</b>					
1.1	Длина трубы	м	700	700	-
1.2	Вес трубы	кг/п.м	26,2	16,9	9,3
1.3	Количество муфт	шт.	70	70	-
1.4	Вес муфты	кг	9,7	7,1	2,6
<b>2 Вес кондуктора</b>					
2.1	Длина кондуктора	м	70	70	-
2.2	Вес кондуктора	кг/п.м	51,9	46,3	5,6
2.3	Количество муфт	шт.	7	7	-
2.4	Вес муфты	кг	19,9	18	1,9
<b>3 Объем затрубного пространства</b>					
3.1	Количество цемента	т	19,06	14,71	4,35
<b>4 Высвобождение оборудования</b>					
4.1	Расход дизельного топлива	л/ч.	165,3	119,2	46,1

Таблица 2  
Экономическая оценка изменения конструкции скважины, %

№ п/п	Наименование статьи экономии затрат	Диаметр скважины		Экономический эффект
		Ø 215/146	Ø 165/114	
1	Изменение веса колонны	100	64,8	35,2
2	Изменение веса кондуктора	100	89,2	10,8
3	Изменение объема затрубного пространства	100	77,2	22,8
4	Обслуживание насосов	100	50,0	50,0
5	Изменение реагентов для обработки бурового раствора	100	50,0	50,0
6	Изменение условий аренды	100	83,9	16,1

В соответствии с плановым графиком бурения в Покровском горнопромышленном парковом комплексе за один календарный месяц сооружается не менее 3 скважин. Имеющиеся мощности поточных технологий бурения позволяют сооружать за этот же период до 5 скважин. Таким образом, достигнутая высокая скорость коммерческого бурения ( $V = 30$  м/ч.; суточная скорость – 622 м/сут.) представляет возможность оказывать услуги бурения сторонним потребителям с уровнем качества и эффективности

не уступающим мировым бурильным компаниям.

Увеличение объемов бурения в результате достижения высокой скорости коммерческого бурения на основе поточных технологий сопровождается ростом производительности труда. В свою очередь рост производительности труда является базой для повышения уровня оплаты труда работникам. Достойная оплата труда в совокупности с комфортными условиями труда при поточных технологиях бурения отвечают современным требованиям качества жизни.

Основной эффект дегазационных скважин, пробуренных с поверхности, состоит в значительном увеличении суточной добычи угля. Используя методику [8] был определен прирост добычи угля, обеспеченный только средствами вентиляции, применением дегазации скважинами, пробуренными из выработок, и дегазационными скважинами, пробуренными с поверхности (рис. 1). Расчеты показали четкую зависимость между снижением метана и ростом нагрузки на забой: каждый процент снижения метана позволяет повысить добычу на 1%. Применения данного способа дегазации на выемочных участках Добычного парка Покровского горнопромышленного паркового комплекса позволило снизить уровень метановыделения в среднем на 20%, что обеспечило рост суточной добычи из очистного забоя на аналогичный показатель (20%).

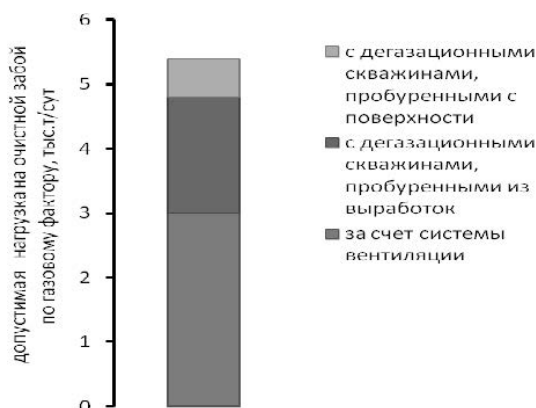


Рис. 1. Распределение прироста добычи угля по видам дегазационных мероприятий

Для корректной оценки прироста суточной нагрузки на очистной забой, вследствие дегазации скважинами, пробуренными

с поверхности, была усовершенствована методика его расчета. Для определения фактических объемов добычи проводятся периодические маркшейдерские замеры подвижения и профиля лавы. Показатель суточной добычи устанавливается по сменным отчетам ИТР добычного участка, в которых указывается количество выполненных циклов по выемке угля и положение добычного комбайна в лаве на конец смены. Эти данные корректно отображают интенсивность работ по добыче угля в каждой конкретной смене и в целом по суткам, но не позволяют достоверно определить величину суточной добычи. Поэтому при определении фактических ежесуточных показателей добычи был введен коэффициент устраняющий неточности данных по ежесменным отчетам ИТР:

$$k_{оч.доб} = \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{A_{марк.зам.}} \quad (1)$$

где  $A_{марк.зам.}$  – добыча за период между маркшейдерскими замерами;

$A_i$  – показатель суточной добычи, тонн;

$N$  – кол-во дней по добыче угля между маркшейдерскими замерами.

Прирост добычи в результате дегазации скважинами, пробуренными с поверхности, будет отвечать следующим условиям:

$$0 < A \times k_{оч.доб} - A_{макс.д.} \leq A_{макс.п.} - A_{макс.д.} \quad (2)$$

где  $A$  – показатель суточной добычи, т/сут.;

$k_{оч.доб.}$  – коэффициент учитывающий неточность данных по ежесменным отчетам;

$A_{макс.п.д}$  – максимально допустимая нагрузка на очистной забой по газовому фактору без эффекта дегазации скважинами пробуренными с поверхности, т/сут.;

$A_{макс.с.п}$  – максимально допустимая нагрузка на очистной забой по газовому фактору с учетом эффекта от дегазации скважинами пробуренными с поверхности т/сут.

Дегазация скважинами, пробуренными с поверхности по поточной технологии, создает дополнительный экономический эффект для угольной шахты в виде снижения производственной себестоимости. Сравнительный анализ структуры затрат добычного участка с повышенными допустимыми

нагрузками по газовому фактору за счет дегазации скважинами, пробуренными с поверхности, показал снижение затрат, в сравнении с базовыми методами дегазации. На рис. 2 представлены основные статьи затрат добычного участка без применения и с применением дегазации скважинами, пробуренными с поверхности. Экономия достигается за счет эксплуатационных статей, таких как уменьшение износа оборудования и общешахтных расходов, а социально защищенные элементы себестоимости – фонд оплаты труда – не затрагиваются. Даже наоборот, прирост объемов производства обусловил увеличение производительности труда работников, что в свою очередь обеспечило пропорциональный рост заработной платы. Каждые 2% затрат на дегазацию скважинами, пробуренными с поверхности по поточным технологиям, создают базу для роста фонда оплаты труда горняков на 1%.

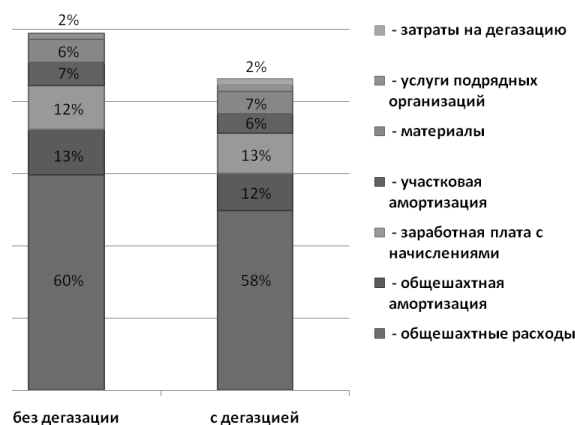


Рис. 2. Структура основных затрат добычного участка без применения и с применением дегазации скважинами, пробуренными с поверхности

**Выводы.** Таким образом, поточные технологии скоростного бурения позволяют поднять эффективность угледобычи на новый качественный уровень. Применяемая технология позволяет данным буровым комплексом с высокими темпами сооружать не только дегазационные, но и геологоразведочные, технологические и нефтегазовые скважины. Комплекс мероприятий, направленных на оптимизацию операций по сооружению скважин, значительно сократил производственные затраты. Практика ис-

пользования прогрессивных поточных методов организации производства показала, что даже в сложных горно-геологических условиях, возможно минимизировать сроки бурения и обустройства дегазационных скважин, максимизировать мобильность бурового комплекса и получить ряд дополнительных экономических выгод, связанных с низкой экологической нагрузкой процессов бурения и синхронизацией этих процессов с добычей угля.

### Литература

1. Ильяшов М. А. Влияние производительности и скорости подвигания забоя на газовый баланс выемочного участка / М. А. Ильяшов // Горный журнал. – 2010. – № 7. – С. 100–102.
2. Амоша А. И. От промышленного предприятия к промышленному парку: смена парадигмы на примере ш/у «Покровское» / А. И. Амоша, О. Д. Кожушок, В. В. Радченко, Д. Ю. Череватский, Е. А. Юшков // Економіка промисловості. – 2013. – № 1–2. – С. 13–17.
3. Зинченко С. А. Опыт создания бурового мо-

дуля в составе Покровского добычного парка / С. А. Зинченко, Д. Ю. Череватский, Е. А. Юшков, Е. Н. Халимендикив // Уголь Украины. – 2013. – № . – С. 37–51.

4. Ильяшов М. А. Скоростное сооружение дегазационных скважин с поверхности / М. А. Ильяшов, О. Д. Кожушок, А. В. Агафонов, В. Л. Шевелев, И. А. Дедич // Уголь Украины. – 2013. – №3. – С. 35–37.
5. Турчин В. А. Внедрение методов скоростного бурения дегазационных скважин / В. А. Турчин, Е. Н. Халимендикив, В. Л. Шевелев, В. И. Пилипец // Уголь Украины. – 2013. – № 7. – С. 20–22.
6. Кожушок О. Д. Эффективность использования бурового оборудования при сооружении дегазационных скважин / О. Д. Кожушок, С. А. Зинченко, В. Л. Шевелев, М. Г. Черман // Уголь Украины. – 2013. – № 6. – С. 13–17.
7. Кужель С. В. Совершенствование инфраструктуры комплекса для бурения дегазационных скважин с поверхности / С. В. Кужель, В. Л. Шевелев, А. И. Загорскис, А. А. Переломов // Уголь Украины. – 2013. – № 5. – С. 29–31.
8. ДНАОП 1.1.30 – 6.09 «Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт», К. – 1994. – 311 с.

У статті досліджуються проблеми інноваційних технологій спорудження свердловин. Обґрунтовано необхідність впровадження організаційних і технологічних інновацій для досягнення високої швидкості комерційного буріння. Показана економічна ефективність поточних технологій спорудження свердловин.

**Ключові слова:** економічна ефективність, поточні технології, буріння, свердловина, витрати, видобуток вугілля

The article investigates problems of well construction innovation technologies. Necessity of implementation of organizational and technological innovation to achieve high-speed commercial drilling proved. Economic efficiency flow technologies well construction shown.

**Keywords:** economic effect, flow technologies, drilling, well, costs, coal-mining.

Рекомендовано до друку д. е. н., проф. Швецем В. Я.

Надійшла до редакції 10.10.13 р.