

ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ БУРЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ СРЕД РАЗНОЙ КАТЕГОРИИ ПРОЧНОСТИ

Левкович Е. М., Данилов А. К.

Технологии горизонтального бурения широко применяются в горном деле, при добыче нефти и газа, коммунальном хозяйстве, строительстве. Существующие технологии горизонтального бурения, делятся на пассивные, активные и активные управляемые.

К пассивным технологиям необходимо отнести различные технологии, «прокалывания». Технология продавливания гидравлическими домкратами, основана на формировании керна как при колонковом бурении, который поступает в снаряжённую ножом трубу, что позволяет работать с трубами большого диаметра (до 2000, а отдельных случаях даже 3000мм). Прилагаемое усилие до 3000 кН. Возможная дальность до 100м, скорость проходки 10-12м/сутки [1].

К технологиям активного горизонтального бурения, необходимо отнести применения вращательного бурения.

В мире, наиболее широко нашла технология- пилотного бурения с промывкой горизонтально направленное бурение (ГНБ) или (Hydro-Directional Drilling). В основу метода положено запрессовывание управляемой буровой головки, через которую подается раствор бентонита, который за счет высокой скорости выхода из сопла создает режущий эффект. Головка имеет встроенный зонд с передатчиком, который передает сигнал расположенному приемнику на поверхности, оператор управляет поворотом головки. После достижения целевого котлована, буровая головка снимается и к штангам крепится расширитель с вертлюгом, которые так же имеют сопла для выхода бентонита. Если проходка осуществляется в два этапа, то за вертлюгом крепится производственная труба, которая затягивается обратно, трение в этом случае имеет значительную величину, а подающие [бентонит](#) развивает давление от 50 до 100 бар [2].

Для прокладки трубопроводов способом горизонтального бурения применяют бурильно-шнековые установки с цикличным или непрерывным удалением грунта из забоя, оснащенные набором сменного оборудования для прокладки труб путем их последовательного наращивания в скважине звеньями. Известны машины и оборудование для горизонтального шнекового бурения, позволяющие бурить скважины диаметром от 102 до 1829 мм, производит компания Astec Underground. Самая маленькая модель 24/30 – 150 обеспечивает максимальную осевую нагрузку 667 кН; самая мощная (72 – 1200 G2) – 5338 кН.

Шнековые буровые машины АВМ (компания «Капстройтраст») предназначены для прокладки подземных коммуникаций диаметром от 600 до 2000 мм в любых грунтовых условиях: пески, глины, скальные породы

Известны технологические комплексы, обеспечивающие создание минитоннелей или микротоннелирование. Микротоннелирование своего рода симбиоз технологии горизонтального бурения и продавливания. Этот метод основан на строительстве тоннеля с помощью дистанционно управляемого проходческого щита, выдвигаемого из заранее подготовленной стартовой шахты

Исследуя процессы горизонтального бурения, можно сделать выводы о необходимости стабилизации направления бурения более простыми и технологичными способами, особенно при бурении на стыке пород разной категории прочности.

В настоящее время при разработке угольных карьеров широко применяется горизонтальное бурение, для дренажирования грунтовых вод и осушения угольных пластов. В большинстве случаев бурение производится на границе угля и породы

средней и малой крепости, дальность бурения составляет 200-300 мм., а объемы бурения 20+30 км. за сезон.

Технологии ГНБ в условиях бурения слабых и средних пород не подходят из-за высокой категории разрабатываемых пород, достигающей V-VII класса крепости. Использование известных технологий бурения на основе применения шарошечного бурения с подачи промывочной жидкости создают ряд технологических сложностей при работе в зоне стыка угля и породы.

Бурение в однородном слое горной породы не сопровождается боковым уводом из-за равномерного распределения усилия разрушения на рабочем инструменте любой конструкции, но встрече с трещиноватыми породами и особенно встречи с границей пород разной прочности, приводит к нарушению стабилизации бурения.

Основные факторы, влияющие на отклонение инструмента следующие:

- величина нагружения бурового инструмента в плоскости границе пород разной прочности различная;
- трещиноватость породы совпадает с направлением бурения или распространяется в попутном направлении с небольшим углом не параллельности;
- жёсткость буровых штанг;
- зазор между буровой штангой и стенкой забоя.

Встреча с границей пород разной прочности приводит к неравномерному нагружению верхней и нижней части бурового инструмента, например шарошечного долота. (Рис.1). Известно, что величина боковой составляющей усилия разрушения единичным резцом, установленном на буровой головке равна 30-50 % от результирующей силы [7]. Примем за максимальное усилие отклонения 50%. В этом случае боковое усилие увода бурового инструмента будет равна разности нагружения бурового инструмента.

$$P_{бок} = \frac{1}{2}P_2 - \frac{1}{2}P_1, \text{ но так как } P_1 = \sum f P_{c_1}(\sigma_1), \text{ а } P_2 = \sum P_{c_2}(\sigma_2),$$

где, $\sum f P_{c_1}$ и $\sum P_{c_2}$ суммарное сопротивление разрушения единичными элементами, а (σ_1) и (σ_2) прочность разрушаемой среды.

Момент сопротивления для буровой штанги $W_x = \pi \frac{D^3}{32} (1 - \alpha^4),$

Момент инерции в этом случае равен $I = \frac{\pi D^4}{64} \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right),$ где

D и d - наружный и внутренний диаметр штанги.

При воздействии бокового усилия $P_{бок}$ на рабочий инструмент (Рис. 2) возникает отклонение направления бурения, величина отклонения с учётом жёсткости буровой штанги в этом случае равна

$$Y_{max} = \frac{P_{бок} l_1^3}{3EI};$$

где l_2 – участок деформации штанги в забое между приложенной боковой нагрузкой и контактом штанги с забоем во время изгиба.

Известные технологии обеспечивают работу во всех категориях грунта и пород.

Сложность конструкции и систем управления делают процесс горизонтального бурения дорогим и затратным, как по энергоёмкости, так и по времени.