

УДК 622.2

В.Н. АНИСИМОВ

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ БУРЕНИЯ (ПОГРУЖНЫМ ПНЕВМОУДАРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ)

Процесс бурения достаточно важная и развитая структура относительно технологии, применяемой техники, целевого назначения.

Одним из направлений структуры является бурение скважин для добычи воды, нефти, газа. Главным отличием таких скважин, например, от разведочных – геологических, является то, что при их проходке необязательно получать керн.

В данном случае, в общем, бурение как объект рассмотрен с учетом всех составляющих, а именно технологии бурения, буровой техники, вещественного состава материала, подвергаемого бурению.

Проходка устоявшихся сплошных глинистых грунтов осуществляется без существенных случайных нарушений.

При бурении песчаных почв появляется довольно специфическая дополнительная операция – цементация бортов скважины от разрушения. Указанная операция является не простой, если песчаные отложения обводнены и имеют наклоны по простиранию и падению.

Для проходки устоявшихся глинистых грунтов используют простые буровые режущие инструменты. При их бурении основным аргументированным критерием реализуется воспроизводство соотношения воды и грунта.

Проходка сплошных твердых пород выполняется с применением соответствующих методов бурения и разрушающих элементов – шарошек, алмазных головок и пр. При этом скорость проходки скважин значительно ниже скорости проходки на глинистых грунтах. Естественно, намного выше их стоимость.

Особая организация технологии бурения требуется для массивов, в которых размещены мягкие породы и твердые, представленные частями (кусками) определенной формы и размеров. В процессе бурения таких пород приходится менять режущий инструмент, на что расходуется значительное количество времени, и более нежелательным является то, что при проходке небольших размеров твердых включений они склонны к сдвигам. При этом нарушается структура скважины, а в отдельных случаях происходит изгиб буровых штанг и их поломка.

В отдельных случаях для бурения весьма твердых пород применяют ударно-канатное бурение. В качестве разновидности такого бурения является пневмоударное бурение.

В результате применения пневмоударного бурения скважин для получения

воды, нефти, газа возможно достижение значительной скорости прохождения.

В независимости от того, на каком грунте осуществляется бурение в каждом конкретном случае, при проходке ставится несколько задач. Прежде всего, это достижение максимальной скорости бурения, выполнить бурение с минимальными затратами, обеспечить безотказную работу оборудования и др.

Достижение комплекса из перечисленных задач возможно при наличии надежной, высокодинамичной, адаптивной системы управления.

Разработка такой системы выполнена по соответствующей методике.

Первым этапом стала разработка – обоснование объекта управления. На втором этапе выполнена полная формализация процесса бурения. На третьем разработан алгоритм управления и программа. Четвертый этап – изготовление и наладка блоков системы.

В данном случае, в общем, бурение как объект рассмотрен с учетом всех составляющих, а именно технологии бурения, буровой техники, вещественного состава материала, подвергаемого бурению.

Созданию системы управления процессом бурения предшествовала практическая наработка. В результате установлены и изучены зависимости параметров, их взаимодействие и влияние парное и множественное на процесс бурения.

Нарработка практических данных для создания АСУ проводились с использованием пневмоударника П-110-3,2 и компрессора 5,5 м³/мин при давлении 6 атм.

Практические данные накапливались из данных процессов бурения мягких, твердых и весьма твердых пород.

На графиках (рис. 1-3) приведены поверхности скорости проходки пневмоударного инструмента от скорости вращения буровой колонны и высоты буровой колонны над буровой коронкой для пород различной категории твердости. На рис. 4 – зависимость частоты срабатывания пневмоударника F_{ny} от давления воздуха и высоты буровой колонны над буровой коронкой.

Система управления объектом разработана на базе полной математической формализации с учетом данных практических исследований. При этом использованы различные математические методы.

Система адаптирована к состоянию составляющих с функцией выбора оптимизации критерия и реализации процесса.

В общем виде реализованы функционально следующие положения структур параметров.

Для свойств пород

$$P_n = f(K, K_p),$$

где K – когезионные свойства пород, подвергаемых бурению, э/м³; K_p – релаксационные свойства пород, э/м³.

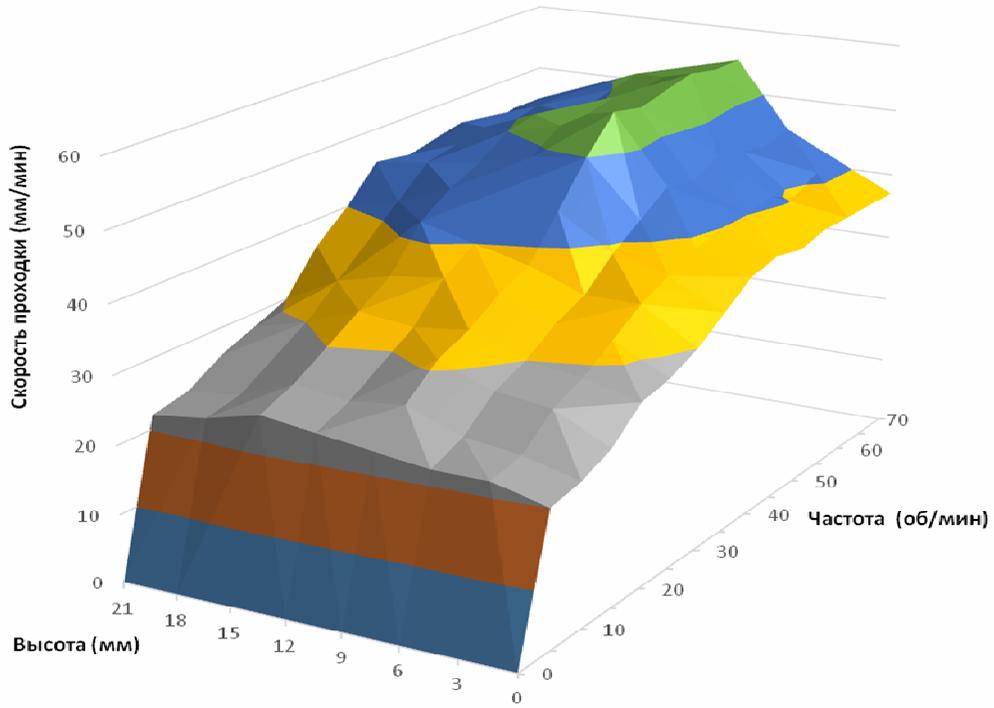


Рис. 1. Категория пород по буримости от 5 до 8

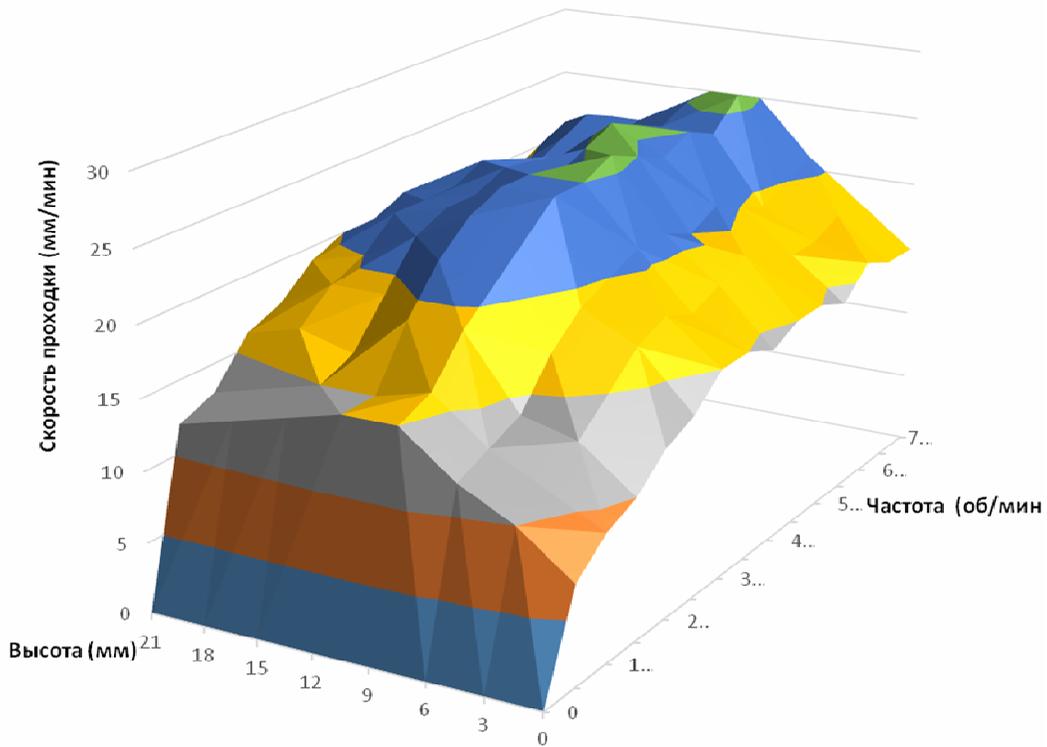


Рис. 2. Категория пород по буримости от 8 до 10

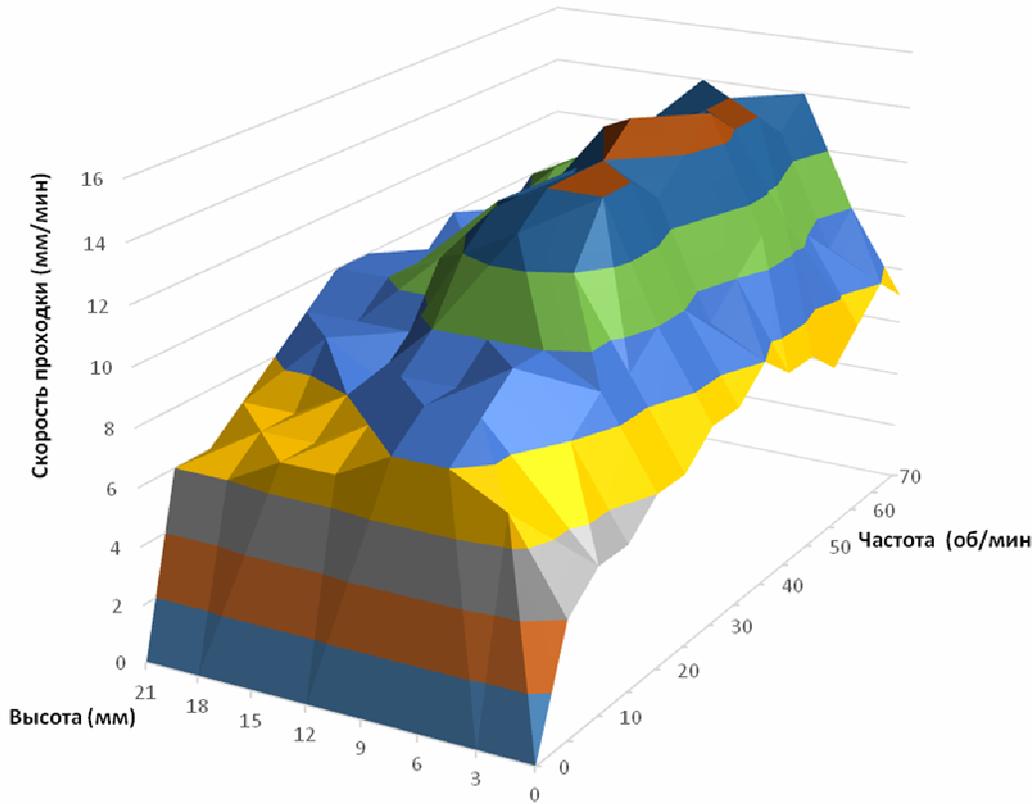


Рис. 3. Категория пород по буримости от 10 до 12

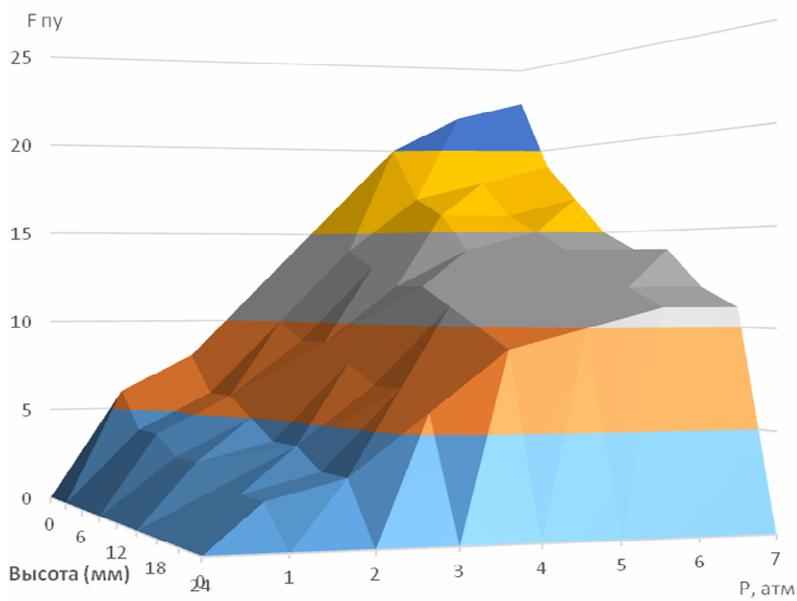


Рис. 4. Частота срабатывания пневмоударника

Автоматизация та управління процесами збагачення

Для параметров процесса бурения

$$P_{\bar{o}} = f(P_{pu}, \omega, S, h, n),$$

где P_{pu} – усилие, прикладываемое к разрушающему инструменту, Н/м²; ω – угловая скорость вращения рабочего инструмента, 1/с; S – площадь разрушения, м²; h – параметр для определения потенциальной энергии разрушения, Дж/м²; n – интенсивность расхода энергии разрушения, 1/с.

Для надежности и безотказной работы установки

$$P_{\bar{o}n} = f(abc O_{p\bar{z}}, O_{kn}),$$

где $abc O_{p\bar{z}}$ – абсолютное отклонение от выбранного направления бурения, м; O_{kn} – потеря контроля параметров процесса, пп.

Выбор критерия процесса, расчет и обработка технологических параметров

$$P_{kn} = f(P_n, P_{\bar{o}}, P_{\bar{o}n})$$

Непосредственная формализация функциональных зависимостей положена в основу создания программы управления процессом.

Адаптация работы процесса бурения, то есть обработка режимных параметров с условием оптимизации к конкретным условиям осуществлялась и осуществляется по результатам аналитического решения взаимодействия параметров составляющих объекта управления.

На основании результатов практических исследований и теоретической формализации синтезирована функциональная схема системы

На рис. 5. Представлена функциональная схема интеллектуальной автоматизированной системы управления процессом бурения с погруженным пневмударником.

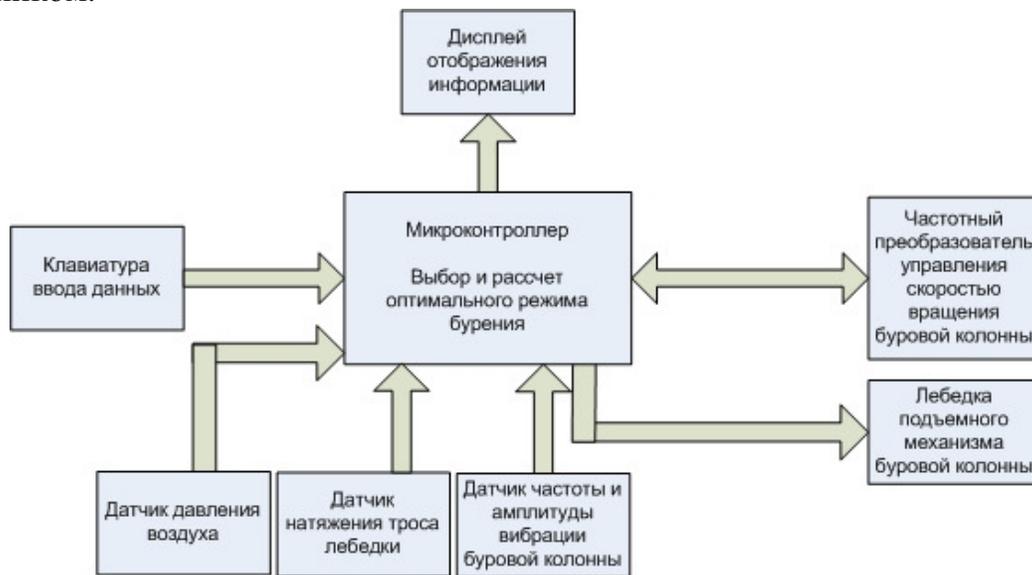


Рис. 5. Функциональная схема АСУ

Автоматизація та управління процесами збагачення

С применением системы управления процессом бурения достигается:

1. Увеличение скорости проходки скважин по граниту в 3-4 раза по сравнению со скоростью бурения без управления системой.
2. Определяются и блокируются нештатные ситуации: отклонение процесса от заданной траектории; поломка элементов установки; минимизируется вероятность завала скважины, уменьшается износ твердосплавных элементов коронки.
3. Снижается стоимость процесса бурения скважины в 2-2,5 раза.

© Анисимов В.Н., 2015

*Надійшла до редколегії 12.02.2015 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*