

5. **Кравец В.С., Дворников В.А., Чирва А.И.**, Графо-аналитические расчеты устойчивости бортов карьеров в области обрушения горных пород Сборник Разработка рудных месторождений, Кривой Рог. КТУ вып. 79 2002, с. 47-51.

6. **Кравец В.С., Дворников В.А., Хруцкий В.Л.** Методика расчета устойчивости бортов карьеров в области сдвигов подработанного карьера массива Кривбасса. Разработка рудных месторождений. Кривой Рог .КТУ. Вып. 83.2003.с. 25-29

7. **Кравец В.С.** Исследование и разработка методики расчета устойчивости бортов карьеров в зонах подземных работ Кривбасса. Диссертация канд. техн. наук . Кривой Рог ,1979,194с.

8. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. ВНИМИ.,Л.,1972. - 163 с.

Рукопись поступила в редакцию 19.03.14

УДК 622.272: 624.191.5

С.А. ХАРИН, д-р техн. наук, доц., Институт предпринимательства "Стратегия"

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

На скорость проходки выработок заметное влияние оказывают буровые работы и актуальным, в этой связи, является исследование зависимости скорости проходки протяженных вертикальных и горизонтальных выработок от производительности бурового оборудования. В этой ситуации целесообразна разработка методов исследований, соответствующего программного обеспечения, которые позволили бы служить в качестве инструментов изучения вопросов организации строительства. Для проведения исследований разработана компьютерная программа. В результате исследования изменения скорости проходки выработок различного назначения от эксплуатационной производительности бурового оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Ритмичная работа шахт служит фактором, который способствует повышению эффективности горной промышленности в целом. Задача реконструкции производственных мощностей в условиях значительных глубин разработки должна сопровождаться интенсивными усилиями в направлении исследований, направленных на совершенствование всех технологических процессов, которые требуют соответствующей автоматизации для обеспечения достоверности результатов.

Анализ исследований и публикаций. Анализ имеющихся результатов исследований и состояния проектирования и строительства шахт указывает на необходимость более широкого использования компьютерных технологий для детального учета различных особенностей сооружения подземных объектов и обеспечения оптимальных параметров ведения работ.

Постановка задачи. Подготовить соответствующее программное обеспечение и исследовать вопросы организации проходки стволов глубоких шахт под влиянием изменения параметров бурового оборудования и горно-геологических условий, в частности, изменение темпов строительства.

Изложение материала и результаты. Современный этап функционирования железорудной промышленности Украины характеризуется, в частности следующим:

Исчерпанностью богатых легкодоступных месторождений полезных ископаемых.

Большой глубиной ведения работ на карьерах, проблемами, связанными с масштабами и темпами вскрышных работ.

Экологическим ущербом, связанным с деятельностью горнообогатительных комбинатов

Нарастанием себестоимости продукции при открытом способе разработки бедных руд и их последующим обогащением, ввиду применения энергозатратных технологий и высокой стоимостью энергоносителей на мировом рынке. Кроме того, следует подчеркнуть постоянный характер роста мировых цен на энергетические ресурсы, что позволяет прогнозировать дальнейшее возрастание себестоимости продукции.

Значительной потребностью металлургических предприятий Украины в железорудном сырье.

Необходимостью обеспечения критически важных экспортных поставок металлургической и железорудной продукции, что усиливается невозможностью экспорта высокотехно-

гичной продукции.

Близостью к исчерпанию запасов природно-богатых железных руд, разрабатываемых в настоящее время подземным способом и вскрытых с помощью одной ступени вскрытия.

Очевидной невозможностью возобновления попыток строительства Криворожского государственного комбината окисленных руд.

Указанное позволяет предполагать возможность в перспективе разработки на больших глубинах (свыше 1500 м) природно-богатых железных руд на действующих шахтах Криворожского бассейна с использованием второй и более высоких ступеней вскрытия месторождений. Вышеизложенное определяет необходимость решения актуальной научно-технической проблемы – развития проектирования строительства железорудных шахт на больших глубинах разработки. Для своевременного вскрытия нижележащих горизонтов обеспечение заданных темпов проходки горных выработок является важной задачей, связанной с ритмичной организацией работ. Поскольку на скорость проходки выработок в большинстве случаев, особенно, в крепких породах и при значительной площади поперечного сечения, заметное влияние оказывают буровые работы актуальным, как представляется, может быть исследование зависимости скорости проходки выработок от производительности бурового оборудования. В этой связи представляет интерес разработка методов исследований, соответствующего программного обеспечения, которые позволили бы служить в качестве инструментов изучения вопросов организации строительства. Для проведения исследований нами разработаны алгоритм (рис. 1) и компьютерная программа на языке C++ (рис. 2).

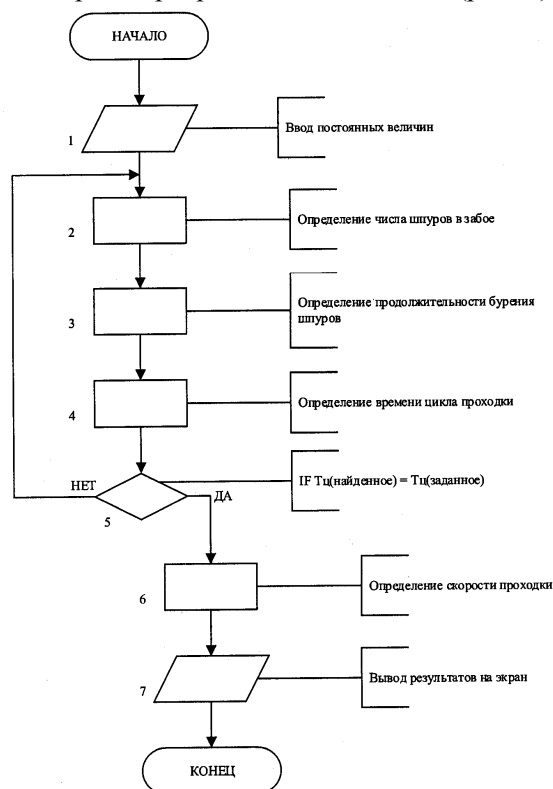


Рис. 1. Алгоритм программы

Исследуем зависимость скорости проведения протяженных горизонтальных выработок от эксплуатационной производительности бурового оборудования. Для характерного для условий глубоких горизонтов шахт Кривбасса случая, при $S=16 \text{ м}^2$ и $f=16$ определим характер зависимости скорости проходки выработки (v) от производительности бурового оборудования (B) (рис. 3).

Установлено, что эта зависимость носит логарифмический характер и имеет, в указанном выше случае, такой вид

$$v = 18,678 \ln(B) - 20,252.$$

В ходе исследования зависимости скорости проходки протяженных выработок горизонта от производительности бурового оборудования установлено, в частности, что при неизменном значении площади поперечного сечения горной выработки и коэффициента крепости пород по шкале проф. М.М. Протодеяконова и возрастании эксплуатационной производительности бурового оборудования в равное число раз на разных промежутках значений эксплуатационной производительности скорость проходки выработки будет изменяться с меньшей интенсивностью, чем отличаются значения промежутков, при этом, по мере роста эксплуатационной производительности бурового оборудования изменение скорости проходки выработки будет все менее выражено; при возрастании скорости проходки выработки с 25 м/мес. до 50 м/мес., т.е. в 2 раза, требуемая для обеспечения такой скорости эксплуатационная производительность бурового оборудования должна увеличиться более интенсивно, в зависимости от условий, в 3,55-3,67 раза.

Висник Криворізького національного університету, вип. 37, 2014

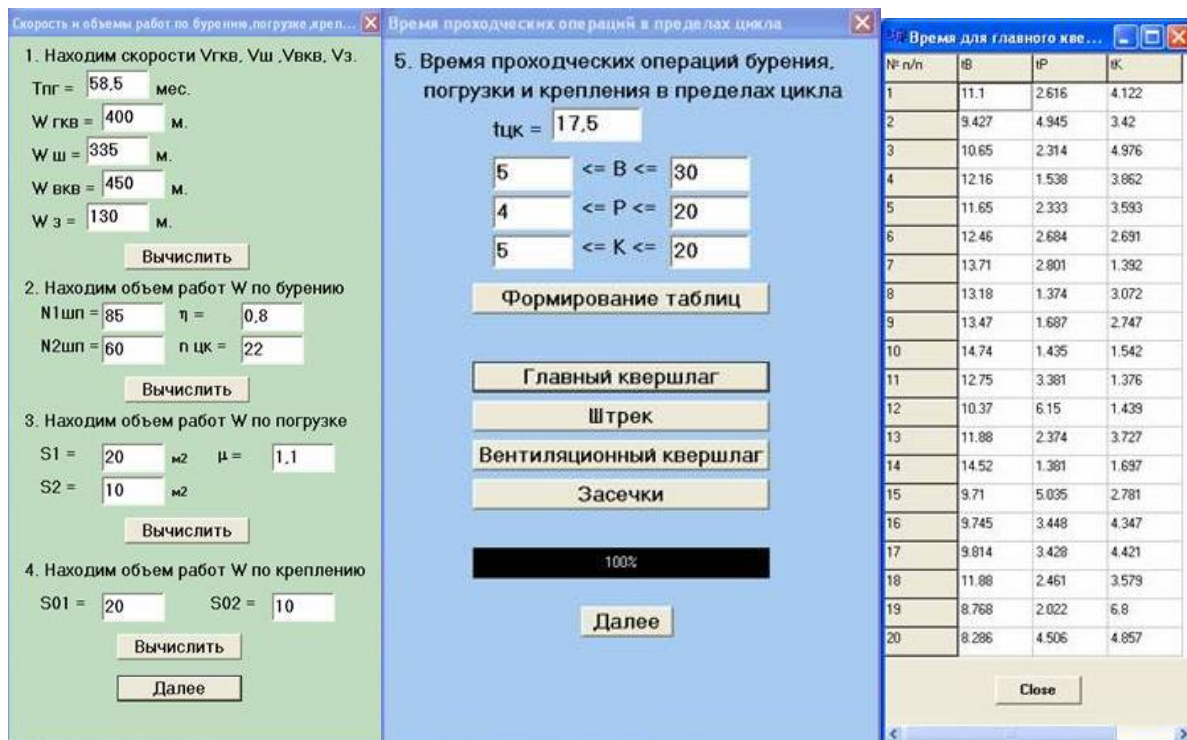


Рис. 2. Расчет параметров строительства выработок

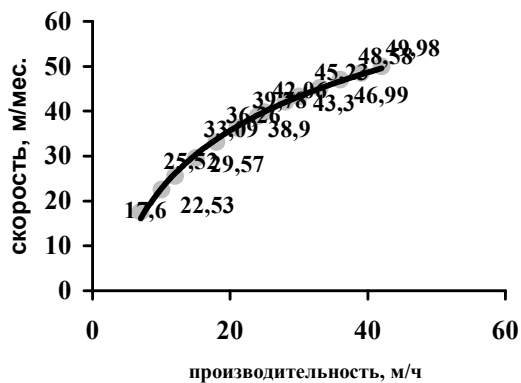


Рис. 3. К установлению характера зависимости скорости проходки выработки от производительности бурового оборудования

Отмечена тенденция более интенсивного увеличения, по мере роста эксплуатационной производительности бурового оборудования, скорости проходки выработки с меньшим значением площади поперечного сечения. Установлено, что скорость проходки протяженной горизонтальной выработки логарифмически зависит от эксплуатационной производительности бурового оборудования, что позволяет определять темпы проведения квершлагов и штреков при использовании средств бурения различной производительности.

Рассмотрим зависимость скорости проведения стволов, при прочих равных условиях, от эксплуатационной производительности бурового оборудования при следующих условиях: проходка осуществляется обычным способом с применением буровзрывных работ по совмещенной схеме. Стволы закреплены монолитным бетоном.

Для ствола диаметром в проходке $D=6$ м, при площади поперечного сечения $S=28,3$ м², проходимого в породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f=12$ и эксплуатационной производительности (обозначим ее P) бурового оборудования 6 м/ч (рис. 3) имеет место скорость проходки горной выработки 14,1 м/мес. (примем ее за базовую для данных условий). Переход к большей производительности средств бурения, при неизменных прочих условиях, увеличивает темпы проходки выработки. Так, например, при эксплуатационной производительности 8 м/ч скорость проходки выработки возрастает до 15,84 м/мес., при эксплуатационной производительности 12 м/ч скорость увеличится до 18,04 м/мес. Высокие уровни производительности бурового оборудования способствуют достижению заметно больших темпов проходки. Так, при $P=24$ м/ч скорость возрастет до 20,9 м/мес.

Характер зависимости v от P для ствола $D=6$ м при $f=12$ может быть описан логарифмическим выражением $v = 4,3027 \ln(P) + 7,111$. Аналогичным образом рассмотрим зави-

симось v от P для данного ствола, но при увеличении f до 18. В этом случае при соответствующих значениях эксплуатационной производительности бурового оборудования будут иметь место более низкие скорости проходки, а общий характер зависимости v от P примет вид $v=5,1741\ln(P)+2,8785$.

Исследуем далее аналогичным образом влияние эксплуатационной производительности бурового оборудования на скорость проходки ствола $D = 8$ м, имеющего площадь поперечного сечения $S = 50,2 \text{ м}^2$ при $f=12$ и $f=18$. В этом случае в целом будут повторяться тенденции, отмеченные нами ранее для ствола $D = 6$ м, но при меньших уровнях v для данных значений P .

Характер зависимости v от P для ствола $D=8$ м при $f=12$ и $f=18$ может быть описан соответственно выражениями $v = 2,6461\ln(P) + 5,1791$ и $v = 3,0919\ln(P) + 2,8646$.

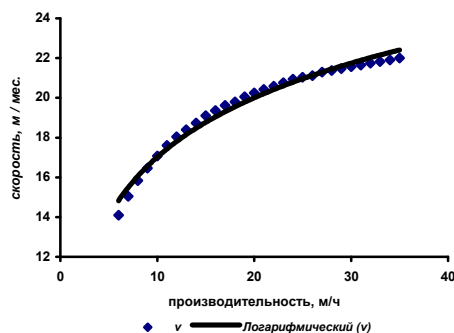
Рассмотрим теперь степень изменения скорости проходки (обозначим Δ) ствола $D = 6$ м при переходе от $f=12$ к $f=18$. При $P = 6$ м/ч скорость проходки ствола при $f=12$ будет в 1,205 раза выше, чем при $f=18$. Соотношение скоростей при более высоких значениях P будет постепенно уменьшаться. При достаточно больших значениях эксплуатационной производительности бурового оборудования соотношение скоростей проходки ствола существенно снизится, так, например, при $P = 30$ м/ч оно составит 1,06 раза.

В общем случае соотношение скоростей проходки ствола $D = 6$ м при $f=12$ и $f=18$ можно описать зависимостью $\Delta = -0,0879\ln(P) + 1,3549$. В случае же $D=8$ м при $P=6$ м/ч $\Delta=1,184$; при $P=30$ м/ч $\Delta=1,0598$. В общем виде зависимость соотношения скоростей для ствола $D=8$ м выглядит как $\Delta=-0,0796\ln(P) + 1,3182$.

Исследуем изменение соотношения скоростей (обозначим Z) при $D = 6$ м и $D = 8$ м при соответствующих уровнях коэффициента крепости пород. В то время как соотношение площадей сечения рассматриваемых стволов составляет 1,77 соотношение скоростей при $f=12$ и $P = 6$ м/ч будет равно $Z=1,47$, а в случае $P = 30$ м/ч возрастет до $Z = 1,54$. Сходная картина наблюдается и для случая $f=18$.

В общем виде изменение соотношения скоростей может быть описано выражениями $Z=0,0028P + 1,4722$ в случае $f=12$ и $Z = 0,0034P + 1,4431$ в случае $f=18$. Отношение скорости проходки ствола при данном значении эксплуатационной производительности v_{pj} к скорости проходки ствола при предыдущем значении эксплуатационной производительности v_{pi} характеризует темп изменения скорости. Рост скорости проходки ствола $D = 6$ м при $f=12$ вначале происходит сравнительно интенсивно. Так, при увеличении производительности до 8 м/ч по сравнению с предыдущим ее показателем, т.е. 6 м/ч (обозначим этот случай как v_8/v_6) скорость возрастает в 1,123 раза, при v_{10}/v_8 рост будет уже меньшим – 1,077. При больших параметрах эксплуатационной производительности бурового оборудования переход к каждому последующему ее значению приводит лишь к крайне незначительному увеличению скорости: при v_{30}/v_{28} оно составит 1,0084. Исследуем вариант $D = 6$ м при $f=18$. В данном случае, как и в предыдущем, интенсивность возрастания скорости проходки ствола вначале относительно высока. Так, при увеличении производительности до 8 м/ч по сравнению с предыдущим ее показателем скорость возрастает в 1,15 раза, при v_{10}/v_8 рост будет уже меньшим – 1,105.

Рис. 4. Зависимость v от P для ствола $D = 6$ м при $f=12$



При значительных параметрах эксплуатационной производительности бурового оборудования переход к каждому последующему ее значению также приводит лишь к небольшому увеличению скорости: при v_{30}/v_{28} оно составит 1,013.

Сравнивая интенсивность роста скорости для $f=12$ и $f=18$ следует отметить, что в последнем случае она изменяется с более высоким темпом. Сходная картина имеет место и при $D = 8$ м.

Анализируя темпы изменения скорости проходки ствола при переходе к каждому последующему значению производительности проходческого оборудования, следует указать, что для всех случаев они падают по мере увеличения произво-

дительности; при одинаковом диаметре ствола такие темпы выше при большем значении f . Отсюда вытекает вывод о том, что при большей крепости пород увеличение эксплуатационной производительности бурового оборудования способно в относительно большей степени влиять на скорость проходки и зона интенсивного влияния P на v в этом случае шире. **Выводы и направления дальнейших исследований.** Таким образом, в ходе исследования, на основе разработанного программного обеспечения, изменения скорости проходки выработок от эксплуатационной производительности бурового оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий. В ходе дальнейших исследований было бы полезно разработать соответствующие программы и исследовать вопросы о зависимости оптимальных организационных параметров сооружения протяженных выработок от различных факторов.

Рукопись поступила в редакцию 02.02.14

УДК 622.271: 622.684

Ю.А. МОНАСТИРСЬКИЙ, д-р техн. наук, доц., А.В. ВЕСНІН, канд. техн. наук, доц., В. СІСТУК, аспірант, Криворізький національний університет

УРАХУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІРНИЧОТЕХНІЧНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОСАМОСКИДІВ ЯК ШЛЯХ ДО ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАР'ЄРНОЇ ТЕХНІКИ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. В Україні на більш ніж 200 підприємствах працює близько 2,5 тисяч кар'єрних автосамоскидів, від ефективної роботи яких залежать усі основні показники роботи гірничо-видобувного підприємства. Кар'єрні автосамоскиди займають одне з основних місць у лінійці промислових транспортних машин кар'єрів. Вони є специфічним транспортним засобом, призначеним для перевезення значних одиничних (від 30 до 560 т) порцій сипучих вантажів, а машини вантажопідйомністю більше 80 т мають особливу електромеханічну трансмісію, що вимагає наявності спеціального обладнання на підприємстві, а у персоналу з експлуатації, обслуговування та ремонту додаткових знань і умінь. Оскільки кар'єрні автосамоскиди внаслідок великих габаритів не можуть самостійно діставатися на сервісні центри для проведення планових чи поточних робіт з відновлення працездатного стану, останні виконуються на місцях роботи автосамоскидів. У зв'язку з цим, для покращення техніко-економічних показників експлуатації промислового кар'єрного автотранспорту необхідний розвиток сервісної мережі, функціонування якої неможливо без системного підходу на основі сучасних теоретичних досліджень.

З іншого боку, ефективність використання кар'єрного автотранспорту багато в чому визначається сукупністю гірничотехнічних факторів. У той же час, сучасний стан відкритих розробок, а саме кар'єрів з глибинами понад 300 м, характеризується значним ускладненням гірничотехнічних умов: досягненням середнього уклону технологічних трас величини 7%, що є підвищеною для кар'єрних автосамоскидів та збільшенням відстані транспортування гірничої маси [2,3]; випередженням темпів видобутку над темпами виймання розкриття, що призводить до зменшення ширини робочих площадок до мінімально допустимого для технологічного автотранспорту показника в 25-30 м [3]; наявності ґрунтового покриття з глибокими коліями на багатьох основних ділянках трас, та особливо пухкого в пунктах навантаження-розвантаження гірничої маси [3].

Зазначені фактори приводять до погіршення показників роботи кар'єрних автосамоскидів, яке виражається в збільшенні витрат пального, зниженні середньотехнічної швидкості руху, збільшенні навантажень на вузли і агрегати кар'єрної техніки, подорожчання робіт з технічного обслуговування та ремонту, ускладненні процесів маневрування і навантаження автосамоскидів, що визиває збільшення тривалості транспортного циклу, та, в кінцевому підсумку, відображується в зростанні частки транспортних витрат в загальній собівартості видобутку.

Аналіз досліджень та публікацій. Значний внесок у розвиток теорії експлуатації, обслуговування, ремонту та забезпечення ефективного функціонування кар'єрного автотранспорту у