

УЧЕТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Розроблено імітаційну модель процесу виїмки вугілля в лаві, яка враховує параметри, що характеризують індивідуальні особливості гірників. Для прогнозування підвищення навантаження на комплексно-механізований очисний вибій при розробці заходів щодо запобігання аварій дана оцінка впливу індивідуальних особливостей гірників на продуктивність очисного комплексу.

THE CONSIDERATION OF THE HUMAN FACTOR AT DEVELOPMENT MEASURES ON A DECREASE OF AN ACCIDENT RATE ON COAL MINES

The simulation model of process of a coal winning in longwall taking into account parameters of specific features of the colliers is designed. For prediction of increase of stope output at development of measures on accident prevention the estimation of influencing of specific features of the colliers on productivity of a longwall set of equipment is given.

Одной из главных проблем угольной отрасли Украины является высокая аварийность подземной добычи угля. Динамика изменения массовой доли общего и удельного количества аварий на шахтах Украины в период с 1990 по 2000 годы приведена на рис. 1 [1].

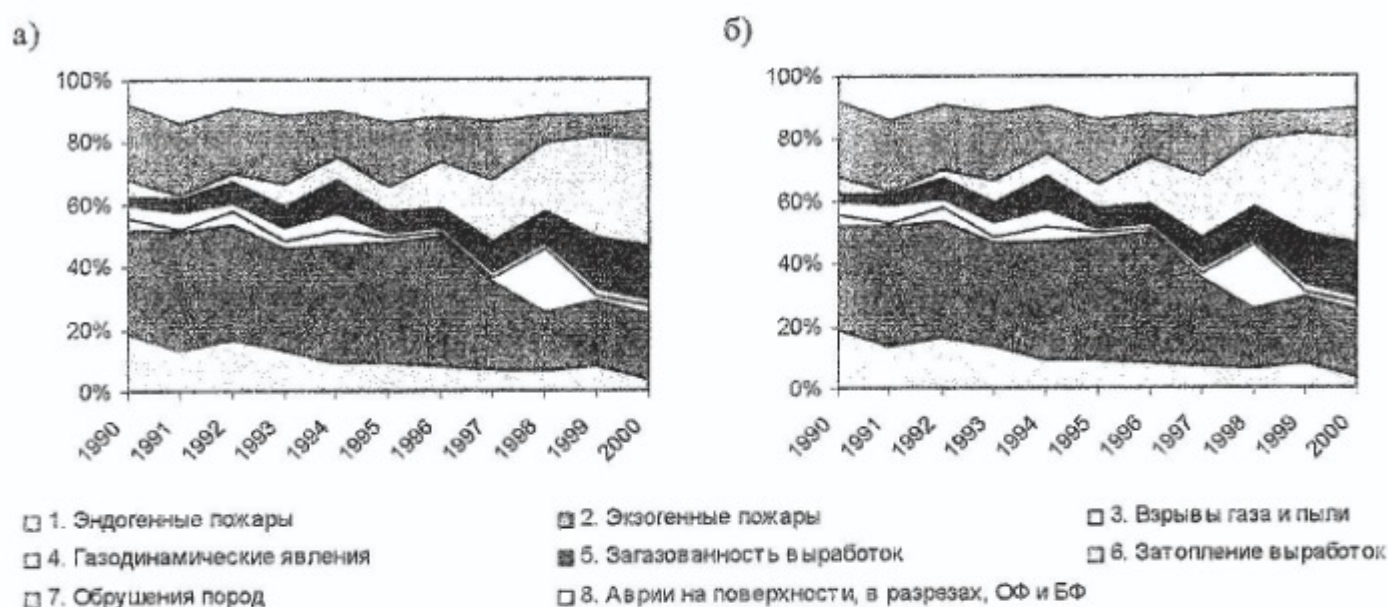


Рис. 1 - Массовая доля общего (а) и удельного (б) количества аварий на шахтах

Проведенный статистический анализ данных указывает на то, что динамика изменения, как общего, так и удельного количества аварий, носит нелинейный характер. Для таких видов аварий, как взрывы газа и угольной пыли, загазованность и затопление горных выработок, наблюдается тенденция роста их общего и удельного количества. Для эндогенных и экзогенных пожаров,

газодинамических явлений, обрушения пород и аварий на поверхности, в разрезах, на обогатительных и брикетных фабриках имеет место тенденция уменьшения, как общего, так и удельного количества аварий. Массовые доли общего и удельного количества каждого вида аварий существенно не отличаются. Также совпадают тенденции динамики изменения, как значений общего и удельного количества аварий, так и соответствующих им массовых долей. Данные свидетельствуют о тенденции сокращения массовых долей общего и удельного количества таких видов аварий, как обрушения пород и экзогенные пожары; об увеличении массовых долей таких видов аварий, как затопление и загазованность выработок, взрывы газа и пыли. Практически неизменными остаются показатели по массовым долям аварийности на поверхности шахт, в разрезах, на обогатительных и брикетных фабриках, а также эндогенных пожаров.

По факторам травматизма аварии в 2004-2005 гг. распределились следующим образом: вывалы угля и породы – 18 %; эксплуатация подземного транспорта – 20,7 %; аварии на поверхности – 9 %; эксплуатация машин и механизмов – 5,4 %; взрывы газа – 4,5 %; прочие – 19,8 % [2]. Основными причинами аварийности и травматизма на угольных шахтах являются:

- неудовлетворительный уровень производственной дисциплины рабочих, отсутствие надлежащего контроля со стороны инженерно-технических работников по соблюдению паспортов крепления и технологических паспортов ведения работ в соответствии с нормативно-правовыми актами;

- низкий уровень подготовки специалистов и управленцев, большая текучесть кадров, частая смена руководства шахт и участков, несвоевременное и некачественное их обучение;

- несвоевременное или формальное проведение медицинских осмотров и профессионального отбора;

- нарушение правил эксплуатации горного и электромеханического оборудования;

- нарушение технологии откатки на рельсовом транспорте;

- нарушение технологических паспортов работы с электрооборудованием;

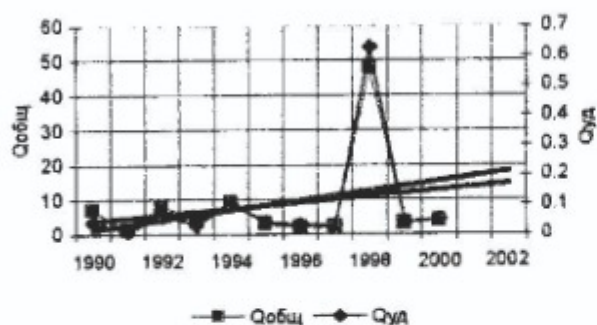
- низкий уровень механизации вспомогательных работ.

Наиболее трудноуправляемыми, труднопрогнозируемыми и опасными авариями остаются взрывы газа и пыли, газодинамические явления и загазованность горных выработок. Это требует непрерывного совершенствования мероприятий по предотвращению аварийных ситуаций. Так, если количество газодинамических явлений за последние годы сократилось (рис. 1), то для таких видов аварий как взрывы газа и пыли и загазованность горных выработок наблюдается тенденция возрастания, о чем также свидетельствуют прогнозные значения на 2001 и 2002 годы (рис. 2).

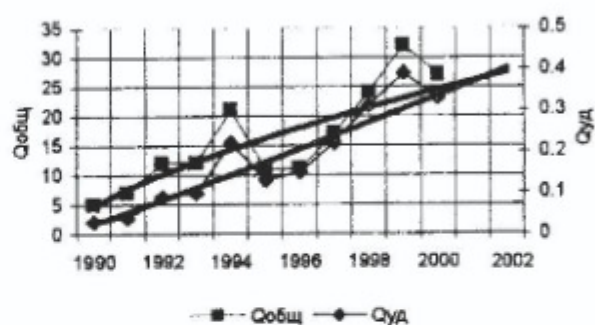
Одним из главных факторов технологии комплексно-механизированной угледобычи, обуславливающих возникновение взрывов газа и пыли, газодинамических явлений и загазованности горных выработок, является достижимый уровень нагрузки на очистной забой, а одной из основных причин возникновения аварийной ситуации и травматизма является отклонение от

установленных нормативных значений показателей процессов добычи угля, обусловленное присутствием человеческого фактора [3].

а)



б)



а) взрывы газа и пыли; б) загазованность горных выработок

Рис. 2 – Динамика изменения общего и удельного количества аварий

Учитывая вышеизложенное, учет человеческого фактора для прогнозирования изменения нагрузки на комплексно-механизированный очистной забой при разработке мероприятий по предотвращению аварий и снижению травматизма является актуальной научной задачей [4].

Современная технология комплексно-механизированной добычи угля предполагает обязательное присутствие горнорабочих для управления комплексами очистных, проходческих, транспортных машин. Для достижения высокой эффективности процесса выемки требуется полная отдача сил и энергии горнорабочих. На эффективность процессов добычи угля, помимо технологических, технических, горно-геологических, горнотехнических, оказывают сильное влияние факторы присущие подсистеме «человек». К таковым можно отнести параметры, характеризующие мотивацию и стимулирование рабочих (уровень заработной платы, карьерный рост, повышение квалификации, овладение навыками, приобретение новых знаний, повышение самооценки, одобрение коллектива, наследственность профессии, моральное поощрение, социальные гарантии со стороны государства), социально-психологические (квалификация, психологический настрой, темперамент, возраст, отношение к труду, климат в коллективе), производственно-экономические (уровень добычи, себестоимость, размер премий, вознаграждений и пр.).

Поскольку процесс добычи угля предполагает управление бригадой горнорабочих комплексом машин, то взаимосвязь подсистем «человек» и «машина» целесообразно рассматривать как систему «звено ГРОЗ – очистной комплекс». Типовая схема, отражающая взаимосвязи людей и машин в процессе выемки угля, приведена на рис. 3.

В системе «звено ГРОЗ – очистной комплекс» имеет место циклическая последовательность: стимулы - мотивы - люди - управляющие воздействия - машины - перемещение - горный массив - эффективность - стимулы. С целью

эффективного управления системой «звено ГРОЗ – очистной комплекс» важно знать закономерности действий людей под влиянием стимулов и перемещений машин под управляющим воздействием людей.

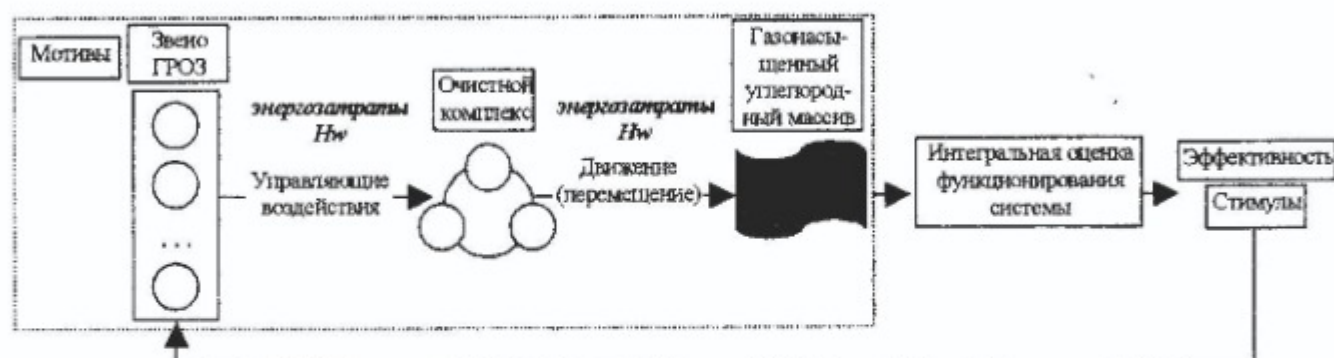


Рис. 3 - Схема взаимосвязей системы «звено ГРОЗ – очистной комплекс» в процессе выемки угля

С целью учета особенностей ГРОЗ, управляющих очистным комплексом, разработан алгоритм имитационной многофакторной модели процесса добычи угля [5], учитывающий, помимо комплекса горно-геологических, горнотехнических, технологических, технических и организационных параметров, снижение скорости выполнения рабочими операций к концу смены, а также повышение уровня восстановления сил рабочими с увеличением числа и продолжительности перерывов на отдых. Оценка адекватности модели показала достаточную для проведения инженерных расчетов сходимость выходных показателей модели с фактическими показателями работы забоев шахт Западного Донбасса, абсолютное отклонение для которых не превысило 25 %. Общая схема имитационной модели, раскрывающая подход к учету взаимосвязей в системе «звено ГРОЗ – очистной комплекс», приведена на рис. 4.

В качестве исходных данных среди прочих задаются параметры: суммарная продолжительность перерывов на отдых рабочих t_n , число перерывов на отдых n_n , равномерно распределенных на временной оси, рассчитывается время начала и окончания каждого перерыва на отдых, задаются параметры (коэффициенты) r_y и r_s , характеризующие готовность ГРОЗ к выполнению технологических операций (уровень мотивированности рабочих, их квалификация, опыт, принятая система стимулирования и пр.) и способность ГРОЗ восстанавливать силы (возраст, физические кондиции и пр.), соответствующие следующим основным технологическим операциям: управление комбайном, передвижка става конвейера, передвижка секций крепи, восстановление комбайна, конвейера, крепи, восстановление лавы при отказе по горным факторам, проведение регламентных перерывов, а также задаются нормативы (либо математическое ожидание и дисперсия при случайном характере параметров) времени выполнения основных технологических операций T_0 .

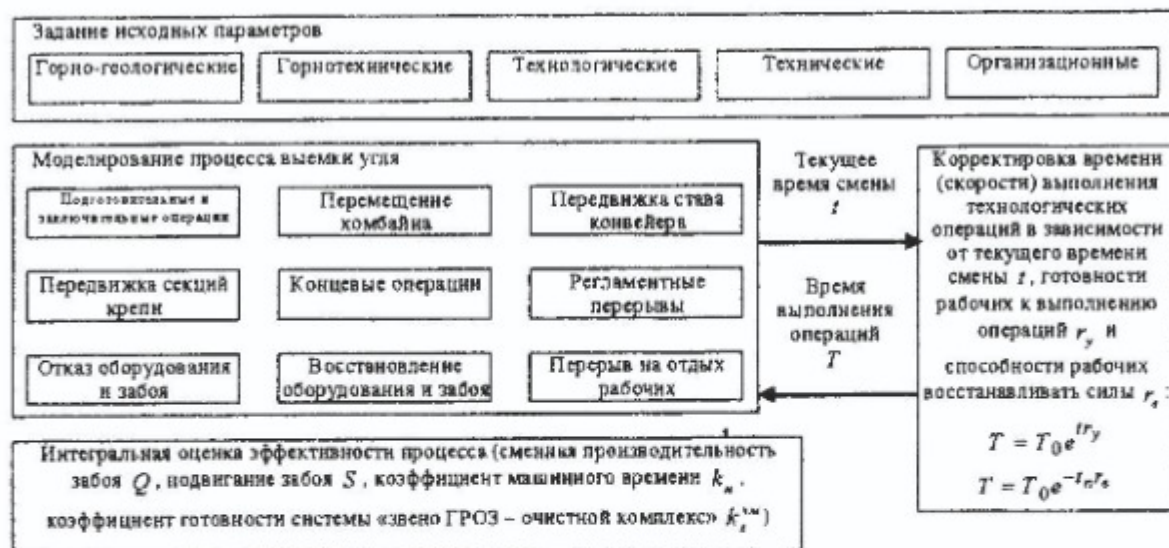


Рис. 4 - Общая схема моделирования системы «звено ГРОЗ - очистной комплекс» в процессе выемки угля

При моделировании выемки угля в процессе управления комбайном максимально возможная скорость его перемещения на текущем участке лавы (с учетом комплекса ограничивающих факторов) корректируется в зависимости от коэффициентов r_y и r_s , соответствующих машинисту комбайна, с учетом текущего времени смены t , количества перерывов и их общей продолжительности t_s до текущего момента времени, подобным образом корректируется время передвижки секций крепи с учетом коэффициентов r_y и r_s крепильщика, время восстановления каждого вида оборудования и забоя в целом, а также время проведения регламентных работ: $T = T_0 e^{ir_y}$, $T = T_0 e^{-ir_s}$.

В результате имитационного моделирования установлены зависимости производительности комплексно-механизированного забоя от параметров, характеризующих готовность ГРОЗ к выполнению основных технологических операций и способность ГРОЗ восстанавливать силы (рис. 5). Анализ результатов указывает на логарифмический характер зависимости $Q = f(r_y)$ и степенной характер зависимости $Q = f(r_s)$. Отношение данных параметров характеризует критерий рационального подбора рабочих очистного забоя: $k_{сг} = r_s / r_y$.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- в последние годы наблюдается тенденция увеличения, как общего, так и удельного количества таких трудноуправляемых и труднопрогнозируемых видов аварий, как взрывы газа и пыли и загазованность горных выработок; для прогнозирования изменения нагрузки на комплексно-механизированный очистной забой при разработке мероприятий по предотвращению взрывов газа и пыли, загазованности горных выработок и снижению травматизма рабочих необходим учет человеческого фактора в системе «звено ГРОЗ – очистной комплекс» и установление закономерностей изменения производительности

забоя от индивидуальных особенностей горнорабочих, осуществляющих добычу угля;

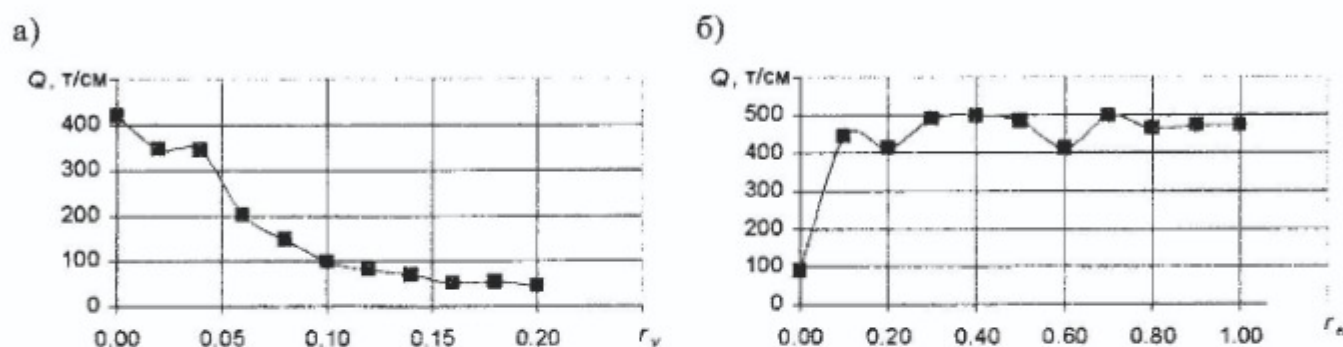


Рис. 5 - Зависимость сменной производительности забоя от параметров r_y (а) и r_e (б)

- разработанный новый алгоритм моделирования процесса выемки угля позволяет учитывать и давать количественную оценку влияния на производительность комплексно-механизированных очистных забоев при разработке мероприятий по предотвращению аварий и снижению травматизма параметров, характеризующих готовность рабочих к выполнению технологических операций и способность рабочих восстанавливать силы;

- производительность комплексно-механизированного очистного забоя снижается в логарифмической зависимости с уменьшением коэффициента, характеризующего готовность рабочих к выполнению технологических операций, и увеличивается в степенной зависимости с ростом коэффициента, характеризующего способность рабочих восстанавливать силы; отношение данных параметров характеризует критерий рационального подбора рабочих очистного забоя;

- для повышения производительности, прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций и травматизма необходимо систематически проводить мероприятия по обучению горнорабочих, повышению их квалификации, опыта, уровня профессиональной подготовки; комплексную бригаду необходимо комплектовать одновременно горнорабочими, обладающими хорошими физическими кондициями и имеющими высокую квалификацию и опыт, что обеспечит передачу опыта и повышение квалификации молодых горнорабочих, при этом необходимо соблюдать специализацию горнорабочих, в соответствии с их квалификацией; отбор горнорабочих необходимо осуществлять по профессиональным признакам с учетом опыта, квалификации, физических способностей; одновременно с этим необходимо предусмотреть меры по материальному стимулированию и премированию рабочих, в зависимости от их индивидуальных способностей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методология оценки эффективности инноваций в угольном производстве / А.И. Амоша, А.И. Кабанов, В.Е. Нейенбург, Ю.З. Драчук: Монография / НАН Украины. ИЭП. – Донецк, 2005. – 250 с.
2. Показники роботи вугільної промисловості за 2005 р / Міністерство палива та енергетики України. – Київ, 2005. – 28 с.
3. Монмоллен М. Системы «человек и машина»: Пер. с франц. – М.: Мир, 1973. – 206 с.
4. Сургай Н.С., Виноградов В.В., Кияшко Ю.И. Производительность очистных комплексов нового технического уровня и пути ее повышения // Уголь Украины. – 2001. № 6. – С. 3-5.
5. Шевченко В.Г. Разработка и реализация имитационной модели технологических процессов добычи угля из тонких пологих пластов // Науковий вісник Національного гірничого університету / НГУ. – Дніпропетровськ. – 2003. – № 7. – С. 6-10.

УДК 551.14: 553.21 (552.122)

М.н.с. Л.Ф. Маметова
(ІТМ НАН України)

ЧИННИКИ ФІЗИЧНОГО СТАНУ ГІРНИЧОГО МАСИВУ, ВИЗНАЧЕНІ НА МІКРОРІВНІ

Приведены результаты исследования палеонапряжений в карбоновых отложениях Донбасса, которые отображаются пластическими микродеформациями пород и минералов. Рассмотрена возможность воспроизведения последовательности изменения характера напряжений в горном массиве. Предлагается механизм определения тектонического влияния на региональном уровне как важного фактора формирования свойств пород.

FACTORS OF BODILY CONDITION OF MOUNTAIN RANGE, CERTAIN ON LEVEL

Resulted results of research of paleostains in the carboniferous deposits of Donbas, which is represented by plastic microdeformation of breeds and minerals. Considered possibility of recreation of sequence of change of character of tension in a mountain range. The mechanism of determination of the tectonic influencing at regional level as important factor of forming of properties of breeds is offered.

Природа виникнення деформацій відома давно (Bohm A. 1883, Вернадський В. 1897, Іоффе А., Кірпічева М., Левітська А. 1924 та багато інших), в Донбасі їх вивченню присвячена низка робіт [1–3, 10]. Для дослідження обрані мікродеформації в породоутворюючому кварці пісковиків вугленосної товщі. Індикаторами напруженого стану породи можуть бути «бемівські смужки» – ланцюжки мікрровключень, які розтаповані на деформаційних площинах. Експерименти [4] показали, що орієнтування площин порушень під кутом 20° до оптичної осі зерна характеризує деформацію в умовах стиснення; значення $45^\circ (\pm 10^\circ)$ – в умовах розтягування; $70^\circ (\pm 10^\circ)$ – зумовлені зсувними переміщеннями.

Під мікроскопом ПОЛАМ Р – III в шліфах із пісковиків нижнього і середнього карбону – 162 проби – заміряні кути між системами «бемівських смужок» з 7 районів Донбасу. Аналіз одержаних результатів дозволяє характеризувати умови деформації як загалом по району, так і в окремо взятій ділянці.