

# УГОЛЬ УКРАИНЫ

55  
лет



1 '2012

# МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ

Кількість попередніх видань.....



Міністр енергетики та вугільної промисловості України Юрій Бойко 28 грудня 2011 р. провів у м. Донецьку нараду з підсумків роботи вуглевидобувних підприємств і визначення завдань на 2012 р.

У нараді взяли участь голови Донецької та Луганської облдержадміністрацій – А. Шишацький та В. Пристюк, представники структурних підрозділів Міненерговугілля, керівники підприємств з видобутку вугілля, наукових закладів.

Підсумовуючи результати роботи вугільних підприємств за 2011р., Юрій Бойко зазначив, що галузі вдалося значно поліпшити виробничі показники. Планове завдання з видобутку вугілля виконано до початку грудня 2011 р. Завдання, яке поставив Президент України Віктор Янукович щодо збільшення видобутку вугілля, виконано.

У 2011 р. підприємства галузі видобули 81,8 млн т

Вдалося стабілізувати роботу галузі та продовжити курс на її реформування.

«Ми впроваджуємо зрозумілі для кожного шахтаря правила роботи вугільної галузі та підвищуємо соціальні гарантії. Так, середньомісячна зарплата працівників вуглевидобувних підприємств у 2011 р. зросла майже на 30 % порівняно з 2010 р. Тож українські шахтарі не тільки видобувають більше вугілля, а й поліпшують свій добробут», – підкреслив міністр.

На нараді також обговорено стан охорони праці та промислової безпеки, проаналізовано роботу державних підприємств з реструктуризації шахт.

Міністерство затвердило галузеві заходи щодо підвищення промислової безпеки, спрямовані на запобігання аварій та аварійних ситуацій.

У серпні минулого року запроваджено особливий режим контролю безпеки гірничих робіт, що сприятиме поліпшенню трудової дисципліни, підвищенню рівня відповідальності як керівників, так і робітників за безпечний стан робочих місць. Міністр наголосив, що ці питання є одними з пріоритетних, і Міненерговугілля тримає їх під постійним контролем.

Висловлюючи перспективу розвитку галузі на 2012 р., Юрій Бойко зазначив, що перед шахтарями стоять ще важливіші завдання, адже вугільна галузь є локомотивом енергетичної безпеки України. Міністр висловив упевненість, що завдяки наполегливій праці усіх робітників вони будуть успішно виконані.

В 23

# УГОЛЬ УКРАИНЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**1'2012**  
**(661)**

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
И УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
УКРАИНЫ  
СОЮЗ  
ГОРНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ  
УКРАИНЫ

Издатель  
ГП «Институт «УкрНИИпроект»

Главный редактор  
РАДЧЕНКО В. В.

Редакционная коллегия:

АЛЕКСЕЕВ А. Д.  
АМОША А. И.  
БРЮХАНОВ А. М.  
БУЛАТ А. Ф.  
ГАЛАЗОВ Р. А.  
ГРЯДУЩИЙ Б. А.  
ЖИТЛЕНКО Д. М.  
ЗБОРЩИК М. П.  
КАБАНОВ А. И.  
КОЛЕСОВ О. А.  
КОСАРЕВ В. В.  
КРАСНИК В. Г.  
КУЛИШ В. А. (зам. гл. редактора)  
ПАШКОВСКИЙ П. С.  
ПИВНЯК Г. Г.  
ПОВАЖНЫЙ С. Ф.  
ЯНКО С. В.  
ЯЩЕНКО Ю. П.

© «Уголь Украины», 2012  
Регистрационное свидетельство  
серия КВ № 1694 от 11.09.95 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Полович И. Н. Итоги работы предприятий угольной промышленности  
Украины в 2011 году. . . . . 3  
Журналу «Уголь Украины» — 55 лет. . . . . 6

### ----- ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА -----

Ященко Ю. П. Стратегія розвитку вугільної промисловості: методологічні  
підходи щодо опрацювання. . . . . 13

### ----- РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ -----

Волошин А. И., Рябцев О. В., Коваль А. И. Рекомендации по охране  
и поддержанию подготовительной выработки позади лавы. . . . . 20

### ----- ГОРНОШАХТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ -----

Паламарчук Н. В., Деньгин А. П., Лушникова Т. Н. Распознавание и поиск  
причин отказа стационарных шахтных машин. . . . . 24

### ----- БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА -----

Мнухин А. Г., Брюханов А. М., Согух И. Г., Махно С. Я. Необходимость  
проведения испытаний на взрывобезопасность рудничного  
электрооборудования с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая  
оболочка». . . . . 30  
Греков С. П., Пашковский П. С., Всякий А. А. Вероятность возникновения  
эндогенных пожаров в зонах геологических нарушений. . . . . 36

### ----- ГЕОЛОГИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ -----

Шабельников С. И., Подлипенская Л. Е., Лисица В. Е. Цикличность  
распределения малоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов . . . . 39  
Довбнич М. М., Компанец А. И., Мендрий Я. В., Виктосенко И. А.  
Перспективы геофизики и геомеханики при прогнозе зон тектонических  
деструкций углепородного массива. . . . . 44

### ----- ОБОГАЩЕНИЕ И КАЧЕСТВО УГЛЯ -----

Рулев Н. Н., Королев В. Я., Кравченко О. В., Лукьянова В. В.  
Ультрафлокулярная желатинизация твердой фазы иловых хвостов  
углеобогащения. . . . . 49



Національний гірничий  
університет  
БІБЛІОТЕКА  
НАУКОВО-ТЕХНІЧЕКИЙ  
ФОНД

*Popovich I.* The results of the coal industry enterprises of Ukraine in 2011. . . . . 3  
Journal «Coal of Ukraine» is 55 . . . . . 6  
----- **ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION** -----  
*Yashenko Y.* The development Strategy of the coal industry: methodological approaches to developing. . . . . 13  
----- **UNDERGROUND MINING** -----  
*Voloshin A., Ryabtsev O., Koval A.* Recommendations for the protection and support of preparation of development behind lava . . . . . 20  
----- **MINING EQUIPMENT** -----  
*Palamarchuk N., Dengin A., Lushnikova T.* Recognition and the search for reasons for refusal of stationary shaft machines . . . . . 24  
----- **SECURITY OF LABOUR** -----  
*Mnukhin A., Bryukhanov A., Soduh I., Mahno S.* The need for testing for explosion-proof electrical equipment with a view of mine protection «flameproof enclosure». . . . . 30  
*Grekov S., Pashkovsky P., Vsyaky A.* The probability of endogenous hazard in areas of geological disturbances . . . . . 36  
----- **GEOLOGY AND MINE SURVEYORING** -----  
*Shabelnikov S., Podlipenskaya L., Lisitsa V.* Cyclical distribution of low-amplitude faults of coal seams . . . . . 39  
*Dobnich M., Kompanec A., Mendriy Y., Victosenko I.* Prospects of geophysics and rock mechanics at the forecast zones of tectonic destructions coalrock array . . . . 44  
----- **COAL DRESSING AND QUALITY** -----  
*Rulyov N., Korolyov V., Kravchenko O., Lyukyanova V.* Ultra-flocular gelatinizing of slime tailings solid phase . . . . . 49

Ответственный секретарь

**В. А. Шевчук**

Редакторы

**В. А. Шевчук,**

**С. Н. Сотниченко**

Корректор

**З. Н. Конеева**

Сдано в набор 16.01.12.

Подписано в печать 24.01.12.

Формат 84x108/16.

Бумага мелованная.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,46.

Усл. кр.-отт. 23,52.

Уч.-изд. л. 8,4.

Тираж 700. Зак. 31.

Фотоформы и печать  
издательства «Логос».

01030, Киев-30,

ул. Богдана Хмельницкого, 10.

Свидетельство ДК № 201 от 27.09.00 г.

Адрес редакции:

**03680, г. Киев,**

**пр-т Академика Палладина, 46/2,**

**к. 214.**

**Тел./факс (044)424-30-40.**

**E-mail: post@unp.kiev.ua**



## Журнал «Уголь Украины»

визнаний фаховим з технічних наук

(Постанова Президії ВАК України

№ 1–05/2 від 23.02.2011 р.)

та з економічних наук

(Постанова Президії ВАК України

№ 1–05/5 від 31.05.2011 р.)

**И. Н. ПОПОВИЧ,**  
первый заместитель Министра энергетики  
и угольной промышленности Украины

# Итоги работы предприятий угольной промышленности Украины в 2011 году



**В** начале нового года традиционно подводятся итоги года уходящего – объективно оцениваются результаты работы отрасли и ставятся новые задачи.

В 2011 г. украинским шахтерам впервые за последние 10 лет удалось достичь объемов добычи угля на уровне 2000 – 2002 гг.

Трудовые коллективы предприятий отрасли добыли 81,8 млн. т угля, что превышает результаты 2010 г. на 6,6 млн. т, или на 8,8 %.

Существенно увеличены показатели по государственным угледобывающим предприятиям. В 2010 г. было добыто 35,4 млн. т, в 2011 г. – 38,4 млн. т угля. Несмотря на технические, экономические и финансовые трудности, плановое задание по добыче выполнено на 107 %, дополнительно к плану добыто 2,4 млн. т угля.

Коллективы многих предприятий досрочно выполнили производственную программу 2011 г., среди них 11 государственных предприятий и четыре шахты, находящиеся на самостоятельном балансе.

Весомый вклад в выполнение поставленных производственных заданий внесли шахтерские коллективы государственных угледобывающих предприятий, которые первыми по министерству добыли более 6 млн. т угля. Это государственные предприятия «Ровенькиантрацит» (добыто более 7,2 млн. т) и «Свердловантрацит» (6,3 млн. т).

Высоких показателей достигли и другие предприятия-миллионники, в том числе: ГП «Донецкая угольная энергетическая компания» – более 2 млн. т; ГП «Антрацит» – более 1,9 млн. т; ГП «Селидовуголь» – более 1,7 млн. т, а также коллективы шахт: ОАО «Шахтоуправление «Донбасс» (1,5 млн. т); ГП «Угольная компания «Шахта «Краснолиманская» (1,4 млн. т) и ГП «Шахтоуправление «Южнодонецкое № 1» (более 750 тыс. т). Производители угольной продукции выполнили все обязательства перед потребителями по договорам на поставку товарной продукции. Так, в 2011 г. по договорам с ГП «Уголь Украины» энергогенерирующим компаниям (ЭГК) Украины поставлено 10 млн. т угольной продукции, в том числе компаниям НАК «Энергетическая компания Украины» – 9786 тыс. т, что позволило по состоянию на 1 января 2012 г. накопить на складах отечественных ЭГК почти 4 млн. т угольной продукции, в том числе на складах НАК «Энергетическая компания Украины» – 3102 тыс. т.

В 2011 г. на государственных угледобывающих предприятиях суточная нагрузка на очистной забой увеличилась до 525 т, что на 52 т больше, чем в 2010 г. При этом нагрузка на КМЗ составила 771 т, это на 98 т больше уровня прошлого года.

Сегодня 36 очистных забоев работают с нагрузками свыше 1 тыс. т угля в сутки, в том числе пять выдают на-гора свыше 2 тыс. т угля.

Один из показателей, который характеризует развитие отрасли, – проведение вскрывающих и подготавливающих горных выработок. При плане 222 км фактически их проведено 234 км. Программа выполнена на 105 %. Дополнительно к плану пройдено 12 км, в сравнении с прошлым годом прирост составил 24 км.

Из 23 предприятий план 2011 г. выполнили 15, что на четыре предприятия больше, чем в предыдущем году. 17 предприятий прирастили объемы проведения выработок.

В прошлом году стабильно выполняли план по проведению горных выработок: ОАО «Шахтоуправление «Донбасс», государственные предприятия «Ровенькиантрацит», «Свердловантрацит», «Антрацит», «Дзержинскуголь», «Орджоникидзеуголь», «Торезантрацит», «Донбассантрацит», «Снежноантрацит», ГОАО «Шахта «Надежда».

На выполнение годовой программы проходки значительное влияние оказало возрождение традиции скоростного проведения горных выработок.

В 2011 г. бригады проходчиков четырежды превышали 500-метровый месячный объем проведения. Инициаторы почина – коллективы ГП «Шахтоуправление «Южнодонбасское № 1», ОП «Шахта 1/3 «Новгородовская» ГП «Селидовуголь».

В прошедшем году подготовлено 90 новых очистных забоев с запасами угля более 32 млн. т.

Успешной работы угледобывающих предприятий и увеличения объемов добычи угля в 2011 г. удалось достичь главным образом за счет привлечения в отрасль негосударственных инвестиций, внедрения государственно-частного партнерства, передачи в аренду ряда шахт.

Всего в 2011 г. на техническое переоснащение и модернизацию угледобывающих предприятий через альтернативные механизмы получения инвестиций было привлечено 1,7 млрд. грн., что на 129 млн. грн. превышает сумму привлеченных средств в 2010 г. Кроме того, из государственного бюджета Украины в истекшем году для этих целей было направлено 1,4 млрд. грн.

Большое внимание министерство уделяет реализации Программы экономических реформ Президента Украины на 2010 – 2014 годы «Богатое общество, конкурентоспособная экономика, эффективная власть», согласно которой разработан План-график реформ в отрасли.

В 2011 г. по инициативе Министерства энергетики и угольной промышленности Украины принят Закон Украины «Об особенностях аренды или концессии объектов ТЭК, находящихся в государствен-

ной собственности»; разработан проект Закона Украины «Об особенностях приватизации угледобывающих предприятий» (находится на рассмотрении в Верховной Раде Украины, № 9412). Принятое распоряжение Кабинета Министров Украины «Об утверждении Концепции перехода на биржевую форму продажи угля» позволит сделать рынок более прозрачным и перейти на рыночное формирование цен на угольную продукцию.

Поэтапное выполнение Плана-графика реформ в отрасли, реализация намеченных мероприятий будут способствовать возрождению угольной промышленности и ускорению социально-экономического развития угольных регионов.

Стратегическим направлением реформирования отрасли остается разгосударствление предприятий путем приватизации, передачи в аренду или концессию. В результате этих мер потенциальный прирост объемов добычи угля за счет более полного использования производственных мощностей может увеличиться на 26,7 млн. т. Это касается негосударственных инвестиций, поскольку состояние экономики страны и постоянный рост социальных выплат не позволяли в предыдущие годы и не позволяют сейчас направлять на развитие отрасли необходимые средства, прежде всего – на ее техническое переоснащение.

Принимая во внимание сложные и неравнозначные горно-геологические условия разработки отечественных угольных месторождений, хроническую технико-технологическую отсталость и экономическую запущенность большей части шахт, вряд ли можно ожидать, что процесс приватизации, передачи в аренду или в концессию в короткие сроки охватит все добывающие предприятия.

Государственный сектор угольной промышленности естественно будет сужаться. Но он продолжит свое функционирование достаточно продолжительное время прежде всего в интересах энергетической безопасности страны. Поэтому будут созданы необходимые условия для развития и эффективной работы шахт этого сектора как за счет предоставления прямой целенаправленной государственной поддержки, так и создания условий для привлечения инвестиций.

Этот процесс будет осуществляться на основе взаимной заинтересованности и ответственности государства и инвестора, что позволит перераспределить бюджетные средства на другие государственные шахты. В результате объемы добычи угля будут расти, и, что немаловажно, шахты станут привлекательными для инвесторов.

Такой подход весьма конструктивен. Он соответствует действующей правовой базе и интересам государства, а его реализация обеспечит расширенное воспроизводство отечественного шахтного фонда и его конкурентоспособность.

Важно отметить, что за последние годы в угольной промышленности Украины ежегодно сокращается количество случаев общего производственно-го травматизма.

В отрасли на всех угледобывающих предприятиях общий производственный травматизм снижен на 11,2 % (меньше на 502 случая). На предприятиях, подчиненных министерству, снижение составило 13 % (меньше на 307 случаев) в сравнении с аналогичным периодом 2010 г.

Уровень смертельного травматизма несколько возрос, что связано в первую очередь с аварией на ОП «Шахта им. В. М. Бажанова», вследствие которой погибло 11 чел.

В целом по министерству наблюдается положительная динамика обеспечения работников предприятий самоспасателями, огнетушителями, головными светильниками и другими средствами индивидуальной и коллективной защиты. Обеспечение самоспасателями в сравнении с аналогичным периодом 2010 г. возросло на 5 % и по состоянию на 1 декабря 2011 г. составило 97 %.

Особое внимание уделялось программе обучения персонала правилам охраны труда и ведения аварийно-спасательных работ, которую большинство предприятий выполнило в полном объеме.

Важной составляющей работы министерства и предприятий, входящих в сферу его деятельности, является решение социальных вопросов.

Среднемесячная заработная плата работников угледобывающих предприятий в течение года увеличилась с 4335,7 до 5134,2 грн., выплачивается своевременно и в полном объеме. Более динамично росла среднемесячная зарплата горнорабочего очистного забоя (с 6900,6 до 7942,2 грн.) и проходчика (с 6068,6 до 7273,8 грн.).

На высоком уровне была организована и проведена летняя оздоровительная кампания 2011 г., по итогам которой угледобывающая отрасль среди отраслей топливно-энергетического комплекса заняла первое место по количеству оздоровленных ра-

ботников (43 % общего числа оздоровленных трудящихся ТЭК), а также первое место по количеству оздоровленных детей (38 % общего числа оздоровленных детей ТЭК).

В выполнении социальных мероприятий немаловажно снабжение углем углеполучателей. Согласно ст. 43 Горного закона Украины угледобывающими предприятиями вывезено 750 тыс. т топлива на бытовые нужды (97,8 % годовой потребности).

В соответствии со ст. 48 Горного закона Украины в 2011 г. предприятиями, которые находятся в стадии подготовки к ликвидации и ликвидированы, вывезено 249,3 тыс. т угля на бытовые нужды. Обеспечение углеполучателей всех предприятий этой категории составляет 100 % (в 2010 г. – 67 %) годовой потребности.

Кроме того, подписаны акты государственных комиссий о завершении работ по проектам ликвидации семи шахт (ГП «Донуглереструктуризация» – 4, ГП «ОД «Луганскуглереструктуризация» – 1, ГП «ЦЗК «Углеторфреструктуризация» – 2).

В 2012 г. перед отраслью стоят еще более сложные задачи. Государственные предприятия планируют добыть 25,1 млн. т угля (без учета предприятий «Ровенькиантрацит», «Свердловантрацит», которые переданы в концессию), обеспечить проведение 171 км вскрывающих и подготавливающих выработок и ввести в работу 104 новых очистных забоя.

Под постоянным контролем будет выполнение плановых показателей зольности добытых углей и снижение ее по сравнению с 2011 г. не менее чем на 1 %.

Продолжится работа по привлечению дополнительных средств из таких источников финансирования, как банковское кредитование, выпуск облигаций государственных угледобывающих предприятий, а также сотрудничество с иностранными компаниями. Запланированный объем инвестиций составит 3 726 млн. грн.

В 2012 г. за счет бюджетных и собственных средств государственных предприятий планируется продолжить внедрение новейших систем противоаварийной защиты, контроля параметров шахтной атмосферы и дегазации, обеспечение работников надежными средствами индивидуальной и коллективной защиты.

# Журналу «Уголь Украины» – 55 лет

В январе 2012 г. горнотехническая общественность Украины отметила 55-летие со дня выхода первого номера журнала «Уголь Украины», решение о создании которого было принято ЦК Компартии Украины 7 июля 1956 г.

В постановлении ЦК было записано: «Приняти пропозицію міністра вугільної промисловості УРСР т. А. С. Кузьмича і міністра будівництва підприємств вугільної промисловості УРСР т. Г. В. Красніковського про створення щомісячного науково-технічного виробничого журналу «Уголь Украины» (російською мовою) – органу Міністерства вугільної промисловості УРСР та Міністерства будівництва підприємств вугільної промисловості УРСР».

Редактором журналу был утвержден крупный специалист-производственник С. Б. Островский. Членами редакционной коллегии избраны видные ученые и руководящие работники угольной отрасли: А. И. Башков, Ю. Г. Белорусов, В. Г. Гейер, В. М. Городничев, В. М. Ладыженский, Ю. И. Левицкий, А. А. Литвинов, Д. Н. Оглоблин, К. Н. Прилепский, В. П. Рудченко, А. Д. Сибаров, А. А. Эмитлит (заместитель главного редактора).

Первый номер журнала, вышедший в январе 1957 г. в Харькове в типографии № 4 Углетехиздата, с большим интересом встретила горнотехническая общественность Украины. В нем были опубликованы статьи известных специалистов отрасли о применении столбовой системы разработки угольных пластов и ее эффективности, о развитии Львовско-Волинского угольного бассейна,

об опыте применения панельной разработки пластов и конвейеризации шахтного транспорта, о внедрении новых, более эффективных систем разработки и механизации добычи угля в Донецком бассейне и др. Прослеживалась тематическая направленность журнала: информировать специалистов отрасли о ее главных проблемах и путях их решения, достижениях горной науки и техники, внедрении новшеств в производство, о работе лучших шахтерских трудовых коллективов.

Новизна, освещение передового опыта работы отечественных и зарубежных угольных предприятий – характерные особенности издания. С этих позиций редакционная коллегия и редакция журнала «Уголь Украины» исходили на различных этапах своей деятельности.

Тематика журнала отражает основные вопросы развития и совершенствования угольной промышленности, активное участие в ее работе многих видных ученых, руководителей производства, представителей инженерно-технической общестственности, передовиков и новаторов шахт, разрезов, обогатительных и брикетных фабрик, заводов угольного машиностроения и предприятий шахтного строительства.

Усилия редакционной коллегии и редакции журнала постоянно направлены на то, чтобы максимально способствовать техническому прогрессу угольной промышленности Украины. Основной темой всех номеров журнала за прошедшие годы было всемерное улучшение технико-экономических показателей работы угольных предприя-

тий на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, строительства новых и реконструкции действующих шахт и разрезов, совершенствования и концентрации производства, соблюдения безопасности труда. Этим вопросам были посвящены передовые статьи, а также другие материалы под различными рубриками.

На страницах журнала освещались и освещаются патриотические подвиги шахтеров страны: А. А. Акимов, А. А. Асютченко, И. И. Бридько, И. Д. Зинченко, В. И. Игнатъева, Н. М. Карева, Н. И. Кирилюка, А. Я. Колесникова, А. А. Кольчика, Н. И. Коритеева, Н. Я. Мама, Г. И. Моцак, В. Г. Мурзенко, В. Н. Пихтерева, К. А. Северинова, В. П. Соколова, А. Г. Стаханова, А. В. Степанова, Н. Е. Степина, Н. Н. Тихонова, Г. С. Шашкина, В. В. Юркова и др. Инициаторы подвигов нередко выступают авторами статей, содержащих конкретные предложения с технико-экономическими расчетами.

В журнале постоянно публикуются статьи о работе шахтерских коллективов Кузбасса, Приморья, Подмосковья, Воркуты, Караганды, Восточного Донбасса, угольных предприятий Грузии, Германии, Чехословакии, Польши. Особое внимание уделяется такому важному вопросу, как укрепление связей между наукой и производством. В середине 70-х годов прошлого века появилась рубрика «Содружество производства и науки», в которой ученые предлагали производственным своим новые разработки. Для информирования о выпускаемой технике был введен раздел «Машиностроительные заводы – угольной промышленности».

В 80-х годах публиковались статьи по таким актуальным вопросам, как экономия топливно-энергетических ресурсов, совершенствование управления производством в новых условиях хозяйствования, безопасное ведение горных работ в связи с увеличением количества внезапных выбросов угля, породы и газа, с изменением температурного режима в глубоких шахтах и др.

В 1985 – 1986 гг. освещалась проблема «Энергокомплекс в действии», также были опубликованы дискуссионные материалы и предложения рационализаторов, дана информация о производственных испытаниях и внедрении новых машин и механизмов. Например, очень активно обсуж-

далась статья М. П. Зборщика и В. В. Назимко «Механоэмиссия и механизм газодинамических явлений» (1985 г., № 11). В дискуссии приняли участие 27 специалистов.

В соответствии с требованиями времени были созданы такие рубрики, как «Экономия материалов и энергии», «Ускорение. Перестройка. Качество», «Надежность оборудования» и др. Тематика журнала расширялась: в статьях освещались вопросы технического перевооружения и модернизации шахт, стандартизации технологических процессов, повышения надежности средств коллективной и индивидуальной защиты шахтеров, экономики, охраны окружающей среды, совершенствования схем обогащения угля и др.

Не обошел журнал вниманием и проведение Международных горных конгрессов, в которых принимали участие шахтерские делегации Украины, начиная с первого, организованного в 1958 г. в Варшаве по инициативе выдающихся польских горных инженеров, и последующих, проводимых через каждые два-три года в передовых угледобывающих странах мира (Англии, Болгарии, Венгрии, Иране, Мексике, США, ЮАР и др.), а также выставок горного оборудования и средств автоматизации, которые в последние годы постоянно устраивают в Донецке, научно-практических семинаров, которые ежегодно проводят в Ялте или пос. Ласпи (Крым). Систематически на страницах журнала читатели информировались о деятельности Общественного совета, образованного при Министерстве угольной промышленности Украины еще в 1998 г.

За 55 лет опубликовано около 16 тысяч статей – научных, производственных, информационных – на самые актуальные темы. В журнале, как в зеркале, отразились история развития отрасли, создание, внедрение и совершенствование горной техники, разработка безопасных методов труда шахтеров, кардинальные перемены в структуре и управлении угольной промышленностью на разных этапах ее реформирования.

На его страницах регулярно выступали с анализом работы отрасли и перспектив ее развития руководители: А. А. Бурмистров, Л. Е. Графов, Н. К. Гринько, А. Ф. Засядько, А. Ф. Дюба, В. И. Дегтярев, И. П. Ивонин, Г. В. Красниковский, А. С. Кузьмич, О. А. Колесов, М. П. Нырцев, Н. С. Сургай, С. Б. Тулуб, Н. М. Худосовцев,

С. В. Янко; видные ученые, академики, доктора и кандидаты наук: А. И. Амоша, А. И. Башков, И. В. Бобров, В. И. Бондаренко, А. М. Брюханов, А. Ф. Булат, А. Н. Голубенцев, Б. А. Грядущий, М. П. Зборщик, В. Г. Ильюшенко, А. И. Кабанов, Ю. И. Кияшко, В. П. Коптиков, В. Г. Красник, А. И. Пархоменко, П. С. Пашковский, Г. Г. Пивняк, В. И. Солдатов, В. А. Хорунжий, А. М. Шарков, Ю. П. Ященко и другие, а также инженерно-технические работники угольных предприятий.

Редколлегия и редакция стремятся укреплять связь между печатным органом и работниками производства. В разные годы непосредственно на угольных предприятиях проводились читательские конференции. Главный их смысл заключался не только в отчете редакции о своей деятельности, но и в возможности общения с работниками производства, учета их запросов и предложений, что способствовало улучшению содержания журнала, его практической направленности.

Использовались и другие формы сотрудничества между печатным органом, наукой и производством. Так, по инициативе редакции проводились встречи за круглым столом, на которых широко обсуждались актуальные темы и вырабатывались практические рекомендации. Например, в 1987 г. была организована встреча на тему: «Научно-технический прогресс и качество выпускаемой горной техники». В обсуждении этой важной для отрасли проблемы приняли участие работники министерства, заводов угольного машиностроения, проектных институтов, рудоремонтных, угледобывающих предприятий. Материалы обсуждения были опубликованы в журналах № 4, 5 и 6 за 1987 г.

Вопросы научно-технического прогресса освещали в своих статьях многие работники министерства, а также крупные специалисты шахт и отраслевых институтов. Достаточно назвать лишь некоторые из опубликованных материалов за последние 20 – 25 лет. Это статьи: Е. Д. Дубова и др. «Основные направления развития комплексной механизации работ на шахтах Украинской ССР» (1989 г., № 8); С. П. Фищенко «Производственный потенциал угольной промышленности Украины и перспективы его развития» (1990 г., № 6); А. Г. Лаптева «Основные направления работы Донгипроуглемаша по комплексной механизации шахт Донбасса» (1991 г., № 10); В. Г. Крас-

ника и др. «Совершенствование полевой подготовки крутых пластов ЦРД» (2008 г., № 2); А. Н. Ковалья и др. «Комплекс технических средств безопасности подъемных установок» (2008 г., № 7); М. П. Зборщика и др. «Геомеханика снижения газодинамической активности пологих пластов при отработке высоконагруженных лав» (2009 г., № 8); А. Ф. Булата и др. «Методология определения рациональных технологических параметров ведения горных работ» (2010 г., № 10); В. В. Радченко и др. «Комплекс акустико-эмиссионного контроля «КОМПАС» (2011 г., № 1); А. М. Брюханова и др. «Перспективы повышения эффективности угледобычи в щитовых лавах» (2011 г., № 7).

Согласно решению ВАК Украины периодическое издание «Уголь Украины» – научно-технический, производственный и экономический журнал. В связи с этим опубликованные в нем статьи по соответствующей тематике считаются научными трудами. Серьезное внимание уделяется также освещению вопросов охраны окружающей среды в угледобывающих регионах страны. На его страницах постоянно печатаются материалы об экономии средств, материалов, сырья, энергии.

Редакция выпускает номера, посвященные работе в новых условиях конкретных объединений, предприятий и организаций угольной промышленности страны.

В журнале № 11 за 2009 г. была напечатана статья Н. С. Сургая и С. П. Фищенко «Штабу угольной отрасли – 55 лет», в которой авторы ознакомили читателей с отдельными периодами развития угольной промышленности в Украине.

Практикуется выпуск специальных номеров журнала, посвященных отдельному предприятию, организации или учебному заведению горного профиля, как правило, к юбилейным датам. Так, в № 4 за 2002 г. напечатана статья в связи с 50-летием треста «Донецкшахтопроходка»; в № 3 за 2008 г. помещены статьи специалистов ГП «УкрНИИобогащение» в связи с 55-летием предприятия; в № 9 за 2008 г. – о Первомайском электротехническом заводе в связи со 135-летием; № 6 за 2009 г. посвящен 110-летию Днепропетровского национального университета; № 10 за 2009 г. – Торезскому электротехническому заводу в связи с его 60-летием; № 9 за 2010 г. – ГП «Ровенькиантрацит» в связи с его 30-летием; № 1 за 2011 г. –

ПАО «Шахтоуправление «Покровское» в связи с 20-летием и ОП «Шахта «Россия» в связи с 50-летием; № 4 за 2011 г. – Донецкому институту по проектированию и организации шахтного строительства предприятий строительной индустрии (ДИОС) в связи с его 60-летием. Выпуск таких номеров получил положительную оценку.

Редколлегия и редакция журнала за прошедшие 55 лет проделала большую работу по улучшению содержательности издания, наполнению его материалами на актуальные темы, отражению тех изменений, которые происходили и продолжают происходить в угольной отрасли Украины.

Для многих специалистов угольной промышленности журнал «Уголь Украины» стал настольным пособием, важным источником получения научно-технической, экономической и экологической информации. Сегодня – это единственный в отрасли журнал, освещающий проблемы и пути их решения в условиях рыночной экономики. Он предоставляет широкую возможность специалистам-угольщикам выступать со статьями на актуальные темы в целях совершенствования производства, внедрения новых технологий в области науки, техники, экономики, экологии, обмена передовым опытом работы, а также повышения безопасности труда шахтеров.

Большой вклад внесли в развитие журнала его главные редакторы: С. Б. Островский (1956 – 1967 гг.), В. Н. Харченко (1967 – 1972 гг.), В. П. Фокин (1973 – 1974 гг. и 1984 – 1988 гг.), Т. П. Шпанько (1974 – 1983 гг.), Н. П. Матяш (1988 – 2009 гг.) и В. В. Радченко (с февраля 2010 г. по настоящее время).

Особенно тяжелая ноша выпала на долю Н. П. Матяша: в 90-е и последующие годы в связи с кризисными явлениями в угольной промышленности возникли существенные трудности с изданием журнала. Были потеряны многие индивидуальные подписчики, в условиях повышения цен на бумагу и полиграфические услуги обострилась

проблема финансирования. Тем не менее редакционная коллегия, редакция и лично Николай Павлович Матяш приняли все меры, чтобы сберечь журнал, сохранить его основную тематическую направленность, дополнив новыми разделами. Появились статьи о программно-целевом методе управления в отрасли, сырьевой базе и перспективах ее развития, о концепции разгосударствления угольных предприятий и перехода к рыночным отношениям, об инновационной деятельности, ликвидации нерентабельных шахт и др.

Почти 50 лет своей активной трудовой деятельности отдала работе в журнале заместитель главного редактора В. Я. Ковалевская. В течение многих лет трудился ответственным секретарем редакции В. А. Дудко. В настоящее время активно работает в этой должности В. А. Шевчук.

Весомый вклад в повышение содержательности журнала, в улучшение его оформления внесли члены редколлегии: Ф. А. Абрамов, А. И. Амоша, А. И. Башков, А. Ф. Булат, Р. А. Галазов, В. Г. Гейер, Б. А. Грядущий, А. И. Кабанов, В. Г. Красник, В. А. Кулиш, Д. Н. Оглоблин, К. Н. Прилепский, В. П. Рудченко, Н. С. Сургай, Н. Г. Чумаченко, А. М. Жарков, С. В. Янко и многие другие.

В условиях рыночной экономики возникла необходимость реформировать и реконструировать угольную отрасль и перед журналом возникли новые проблемы. Чтобы не отстать от требований жизни, от непрерывно выдвигаемых практикой задач, инженерно-технические работники отрасли должны систематически совершенствовать свои знания в области науки, производства, экономики. Цель работы редакционной коллегии и редакции – помогать им в этом.

*В связи с 55-летием журнала «Уголь Украины» редакционная коллегия и редакция благодарят всех авторов и читателей за плодотворное сотрудничество.*

*Редколлегия и редакция получили много приветствий от представителей предприятий и организаций, научно-исследовательских и проектных институтов, вузов, а также читателей.*

*Публикуем некоторые из них.*



### *Уважаемые коллеги!*

За 55 лет журнал «Уголь Украины» сформировался в серьезный и полезный для работников угольной промышленности печатный орган. Тематика, охватывающая основные вопросы развития и совершенствования угольной отрасли, активное участие многих видных ученых, инженерно-технических работников, передовиков и новаторов производства сделали журнал содержательным и интересным.

За истекший период трудовой деятельности в журнале были опубликованы мои статьи о передовом опыте работы трудовых коллективов (участка, шахты, объединения, комитета, министерства). На страницах издания обсуждались наиболее актуальные проблемы угольной отрасли. Сегодня задача журнала заключается в обобщении существующего передового опыта, его популяризации для применения на практике, получения положительных результатов.

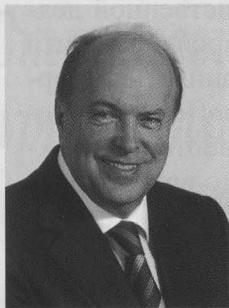
С учетом происходящих изменений в связи с реформированием угольной промышленности, ее реструктуризацией при переходе к рыночным формам хозяйствования инженерно-технические работники предприятий и научные сотрудники отраслевых институтов нуждаются в оперативной и качественной научно-технической, экономической, экологической и социальной информации. С каждым годом потребность в ней возрастает, одновременно увеличивается и поток такой информации, расширяется область ее распространения.

Во всех угледобывающих странах мира сегодня выпускают журналы и другие периодические издания, цель которых – донести до читателя необходимую информацию, предоставить специалистам возможность обмениваться мнениями по актуальным проблемам науки, техники, экономики, экологии и т. д.

Этой цели должна соответствовать тематика журнала. В центре его внимания должны быть вопросы модернизации и технического перевооружения угольных шахт, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, внедрения новых технологий ведения очистных и подготовительных работ, разработки глубоких горизонтов и др. Следует больше публиковать статей, посвященных повышению безопасности ведения горных работ и улучшению условий труда шахтеров, а также статей, освещающих положительный опыт приватизации угольных предприятий, в результате которой получен экономический эффект, привлечения в отрасль негосударственных инвестиций, внедрения энергосберегающих технологий, создания инновационных технологий добычи газообразных энергоносителей на основе угля и многие другие новации. Необходимо также освещать вопросы обновления шахтного фонда, в частности проектирования, закладки и строительства новых шахт и разрезов.

*Желаю редакции журнала «Уголь Украины» новых трудовых успехов и выражаю уверенность в том, что он всегда будет на передовой линии в освещении достижений технического прогресса в угольной промышленности.*

**С. В. Янко**, *Министр угольной промышленности Украины (1997 – 1998 гг.), доктор технических наук, вице-президент Академии горных наук Украины.*



Поздравляю коллектив редакции журнала «Уголь Украины» с юбилеем. Наш университет давно и тесно, практически с первого номера, вышедшего в 1957 г., сотрудничает с ежемесячником. Необходимое для горных специалистов издание поднимает темы, в которых отражены новые научные и технические идеи, исследования и испытания различных способов и средств добычи угля, освещен опыт работы производственных коллективов, представлены инженерные решения шахтных специалистов, предложения рационализаторов, в нем публикуются важные новости угольной промышленности.

Ведущие ученые нашего вуза, которых уже нет вместе с нами, оставили хорошую память для потомков, опубликовав на страницах журнала научные статьи. Благодаря журналу широко известны имена профессоров О. В. Колоколова, А. И. Зильбермана, Я. Э. Некрасовского, И. А. Кишко, Ф. О. Абрамова, П. М. Шилова, И. Г. Лисицы.

«Уголь Украины» и сегодня остается своеобразной площадкой для научных дискуссий.

Для многих профессоров и преподавателей «Уголь Украины» – важный источник информации, которую они используют в своих лекциях. Ведь в журнале отражены новые тенденции и веяния в угольной отрасли.

*Желаю коллективу редакции и в дальнейшем держать руку на пульсе актуальных событий горного дела. Успехов, вдохновения, интересных тем и новых читателей! С юбилеем!*

**Г. Г. Пивняк**, ректор Национального горного университета, доктор технических наук, профессор, академик НАН Украины.

## Дорогие друзья, коллеги!

Видимо, оценка деятельности редакционной коллегии и редакции ежемесячного научно-технического, производственного и экономического журнала «Уголь Украины» будет неполной, если не вспомнить о той огромной работе, которую они постоянно осуществляют по обобщению и распространению передового опыта в шахтном строительстве.

Мы, шахтостроители, глубоко благодарны им и гордимся тем, что решение об издании этого журнала, принятое 55 лет тому назад, исходило из предложений и обоснований как министра угольной промышленности УССР А. С. Кузьмича, так и министра по строительству предприятий угольной промышленности УССР Г. В. Красниковского. И первыми учредителями журнала были эти министры.

С первых номеров на страницах журнала постоянно выступали такие корифеи шахтного строительства, как О. И. Авраменко, С. М. Афендилов, М. Я. Афонин, А. М. Бардус, В. В. Белый, А. И. Бойко, И. И. Борыскин, Н. С. Бурого, И. И. Бурма, А. В. Быков, Е. И. Вагин, И. Г. Великий, В. М. Веремеев, С. В. Голубов, А. Г. Греков, М. П. Давыдов, А. М. Дмитриев, Г. К. Злобин, Г. В. Красниковский, Е. А. Лопухин, А. А. Макаров, П. И. Маросин, С. С. Меликестов, Е. Б. Новик, И. А. Полуэктов, А. А. Пшеничный, П. А. Розенко, О. Н. Савин, Ю. С. Сергиевский, Е. В. Стрельцов, В. И. Тарасьев, Р. А. Тюркян, В. Т. Хворостяной, А. И. Хохлов, Г. И. Шевченко и др.

Опытном скоростной проходки стволов, проведения горных выработок, сооружения камер, быстрого строительства жилья и других объектов социальной сферы делились на страницах журнала передовики шахтостроителя А. М. Аниканов, А. А. Буцул, Я. П. Гушин, И. А. Заблюдских, А. А. Иванов, Н. И. Каратеев, Н. М. Карев, И. Т. Клочков, Д. С. Луговой, А. П. Макарец, Г. В. Мовчан, Н. Г. Олейников, И. В. Пилипенко, В. В. Ташилов, К. Н. Тихонов и др.

Используя накопленный в системе украинского шахтного строительства опыт, в том числе и опыт, освещенный на страницах журнала, бригада, руководимая П. М. Кондратюком, достигла беспрецедентного в мировой практике результата – прошла в 1969 г. на шахте № 17–17-бис (г. Донецк) 401,3 м готового вертикального ствола. Этот рекорд по скорости проведения вертикальных стволов до сих пор остается непревзойденным в мировой практике. Бригадой, руководимой Я. П. Гушиным, в 1978 г. пройдено за месяц на шахте-новостройке «Должанская-Капитальная» более 5 тыс. м<sup>3</sup> выработок околоствольного двора.

Благодаря им и их коллегам-шахтостроителям мощности шахтного фонда только за 20 лет (с 1955-го по 1975-й г.) были увеличены в два раза и доведены до 220,7 млн. т.

*Поздравляя редколлективу и редакцию журнала с юбилеем, считаю необходимым больше внимания уделять освещению проблемы шахтного строительства. Мы обязаны продолжать обобщение и распространение положительного опыта шахтостроителей старших поколений по проектированию, закладке и строительству новых шахт и разрезов, а также реконструкции и техническому перевооружению действующих.*

**Д. А. Герасимчук**, первый заместитель председателя Госуглепрома Украины (1993 – 1994 гг.) и министра угольной промышленности Украины (1994 – 1998 гг.) по вопросам капитального строительства.





Журнал «Уголь Украины» – ровесник моей производственной деятельности. Случайность, а может быть судьба, но так произошло, что решение о создании журнала было принято в год окончания мною горного факультета Киевского политехнического института. Получив специальность горного инженера, я связал свою жизнь с работой на шахтах передового тогда треста «Красноармейскуголь». В то время, когда я работал на шахте № 1 «Центральная» с июля 1956 г. в должности помощника начальника добычного участка, а с октября того же года – начальником участка, мне выпала честь испытывать прогрессивную в то время схему подготовки очистных забоев для отработки их обратным

ходом с помощью так называемых парных штреков, позволяющую одновременно готовить откаточный (конвейерный) штрек для вышенаходящейся лавы и вентиляционный – для ниженаходящейся.

После моего назначения в 1960 г. главным инженером отстающей шахты № 19-20 им. Т. Г. Шевченко была применена та же схема подготовки очистных забоев, что позволило в течение одного года вывести предприятие в число стабильно работающих на протяжении последующих 30 лет, вплоть до ее закрытия в связи с отработкой запасов. Автором этой схемы был главный инженер комбината «Сталинуголь» (теперь «Донецкуголь») К. Н. Прилепский – член редколлегии журнала.

В конце 1956 г. он приехал на шахту № 1 «Центральная» с С. Б. Островским (первый главный редактор журнала «Уголь Украины») и поручил мне и моему коллеге М. А. Баткилину, также внедряющему эту схему, подготовить статью с технико-экономическими выкладками и направить в журнал, который должен был выходить с января 1957 г. Мы сразу же приступили к подготовке статьи под названием «Об опыте подготовки очистных забоев для отработки их обратным ходом с помощью парных штреков в условиях шахты № 1 «Центральная», которая была напечатана в одном из первых номеров. Таким образом, К. Н. Прилепский, М. А. Баткилин и я стали одними из первых авторов, статьи которых были напечатаны на страницах издания.

Это была первая, стартовая статья. На протяжении последующих 55-ти лет практически ежегодно в журнале появлялись такие мои статьи или в соавторстве с коллегами, как: «Внедрение комплекса КМ-87 на шахте «Краснолиманская», «Комплексное обеспыливание – залог высокопроизводительного труда», «Научная организация труда и производства на шахте «Краснолиманская», «Организация внедрения научно-технических достижений и передового опыта в угольной промышленности УССР», «Информация – техническому прогрессу», «Исследование и совершенствование информационного режима при управлении технологическими процессами на действующей шахте» и многие другие.

На основе двух последних статей на заседании ученого совета Московского горного института в 1974 г. я защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

*В связи с 55-летием выхода первого номера журнала «Уголь Украины» желаю редакционной коллегии и сотрудникам редакции новых творческих успехов в деле обобщения и распространения передовых методов труда и организации производства в угольной промышленности в целях ее более эффективного функционирования.*

**С. П. Фищенко, заслуженный шахтер Украины,  
кандидат технических наук, лауреат Государственной премии СССР.**

УДК 622.33(477)

# Стратегія розвитку вугільної промисловості: методологічні підходи щодо опрацювання

*Запропоновано методологічні підходи щодо опрацювання Стратегії розвитку вугільної промисловості, які передбачають ієрархічну структурованість документа з урахуванням взаємозумовленості, взаємообмеження та взаємопереходу головної мети, головних завдань, критеріїв їх вирішення з визначенням рушійних сил та заходів із забезпечення реалізації.*

Стратегія розвитку вугільної промисловості визначена в Енергетичній стратегії України на період до 2030 р., яка була прийнята у 2006 р. Але цей документ як в цілому, так і щодо більшості розділів з самого початку не міг стати керівним для прийняття стратегічних управлінських рішень та опрацювання планів соціально-економічного розвитку держави і державних цільових економічних програм.

Чинна *Енергетична стратегія* вже на час схвалення мала суттєві вади, що визнавалися одним із основних її розробників – НАН України, яка неодноразово пропонувала переглянути цей важливий документ через відсутність у ньому розділів із прогнозування показників розвитку економіки та з формування і функціонування енергетичних ринків тощо.

Проте найсуттєвіший недолік зазначеного документа пов'язаний з тим, що при опрацюванні він не мав наукової методологічної основи. Брак такої основи відчувається насамперед в обґрунтуванні цілей та у визначенні головних завдань.

Методи вирішення цих завдань та критерії досягнення мети Стратегії, як правило, взагалі відсутні.

Наведені недоліки чинної Енергетичної стратегії призвели до того, що документ виявився непридатним до практичного застосування, хоча потреба у дієвій Енергетичній стратегії є нагальною. Необхідність її полягає у тому, що Україна постала перед потребою технологічного переходу як у використанні, так і у виробництві та постачанні енергії. На наявній енергетичній основі країна вже не зможе забезпечити свій випереджальний соціально-економічний розвиток та повноцінне входження у систему світових політико-економічних взаємовідносин. Можливість революційних змін в енергетичній сфері вже підготовлена відповідними досягненнями науково-технічного прогресу.

Чинна Енергетична стратегія розроблялася протягом 2001 – 2005 рр. в умовах, які за політичною та економічною складовою суттєво відрізнялися від сучасних. Особливо на це вплинула світова економічна криза 2008 – 2010 рр. Тому будь-які уточнення, коригування, оновлення або поліпшення без докорінної переробки зазначеного документа не будуть надійним дороговказом, який би став базою для опрацювання детальних програм розвитку національної економіки та її галузей.



**Ю. П. ЯЩЕНКО,**  
доктор екон. наук  
(ДП «Науково-технічний центр  
«Вуглеінновація»)

*Стратегія розвитку вугільної промисловості* є органічною складовою Енергетичної стратегії України. Саме розвиток галузі є одним із головних чинників кардинального підвищення енергетичної безпеки держави та напрямів керованого зростання ефективності національної економіки. Тому Енергетична стратегія має передбачати випереджальний розвиток вугільної промисловості. Однак чинна Енергетична стратегія відводить їй підпорядковану функцію, що підтверджує неповноцінність цілевизначення та вади методології опрацювання.

Якісний документ такого рівня як Енергетична стратегія держави може бути опрацьований лише на надійній науковій методологічній основі. Засадними вимогами наукової методології, як відомо, є системна ієрархічна структурованість з урахуванням взаємозумовленості, взаємообмеження та взаємопереходу складових у розвитку цілісної системи. Виходячи з цих методологічних вимог, *структура документа* має містити такі розділи:

- визначення стратегічної (головної) мети;
- обґрунтування стратегічних завдань, які треба вирішити для досягнення мети, та способи їх вирішення;
- визначення системи критеріїв (показників), що підтверджують успішне розв'язання стратегічних завдань та досягнення стратегічної мети;
- рушійні сили (суспільні інтереси) та механізми підключення їх до реалізації Енергетичної стратегії, а також сили протидії та механізми їх нейтралізації;
- джерела та механізми фінансового забезпечення;
- заходи правового забезпечення реалізації;
- заходи політико-організаційного забезпечення.

Розбудова Енергетичної стратегії в цілому, як і окремих її розділів, у такій системній структурованості гарантувала б повноцінність документа для результативного практичного застосування.

**Стратегічна мета.** Відповідно до запропонованої методології головна мета Стратегії розвитку вугільної промисловості має бути похідною від загальної головної мети Енергетичної стратегії. Тому насамперед потрібно обґрунтувати останню. Мета Енергетичної стратегії має бути підпорядкованою і слугувати вирішенню ще більш загальної проблеми – проблеми загальнодержавного рівня, яка для України впливає зі суперечності, коли повноцінну інтеграцію держави у світовий політико-економічний простір обмежують недостатні темпи її соціально-економічного розвитку.

Виходячи з цього, *головна (стратегічна) мета держави* в енергетичному секторі – це **максимально повне, своєчасне та безперервне забезпечення енергією (що отримана переважно із власних джерел) прискореного розвитку держави на інноваційній осно-**

**ві, із зростанням рівня енергетичної безпеки та енергоефективності.**

У цьому визначенні для формулювання головної мети розвитку вугільної промисловості ключові слова: забезпечення держави енергією переважно з власних джерел, зростання енергетичної безпеки, інноваційний розвиток та енергоефективність.

Тому *головною метою Стратегії розвитку вугільної промисловості є максимальне задоволення потреб національної економіки в органічному паливі на основі збільшення виробництва вугільної продукції шляхом інноваційної модернізації діючих, будівництва нових високотехнологічних вугільних шахт, диверсифікації напрямків споживання та перетворення вугілля.*

Більшу визначеність зазначеної у меті максималізації можна отримати для кожного із етапів розвитку вугільної промисловості та вугільних технологій, виходячи з принципів взаємозумовленості, взаємообмеження та взаємопереходу цих складових.

*На першому етапі* реалізації Стратегії (найближча перспектива) проблема полягатиме у повному задоволенні вугільною продукцією наявної (щодо неї) потреби в енергетиці, металургії, побутовому секторі з урахуванням прогнозованої динаміки цієї потреби.

Одночасно слід розвинути до потрібного рівня та адаптувати до широкого впровадження вже опрацьовані технології за новими напрямками використання вугілля. Зокрема, це газифікація вугілля (у тому числі підземна), водовугільне паливо, паливні брикети тощо з визначенням передбаченого збільшення потреби у продукції.

*На другому етапі* (середньострокова перспектива) розвиток галузі має постійно забезпечувати зростаючу потребу у вугільній продукції у традиційних та нових сферах її застосування і витіснення 10 % імпортованого природного газу внаслідок великого поширення нових технологій.

*На третьому етапі* (стратегічна перспектива) – усталене розширене відтворення у галузі на базі безперервного впровадження інноваційних технологій з повним забезпеченням потреб національної економіки у вугільній продукції, витіснення за рахунок максимального поширення технологій та енергоефективності не менш як 30 % імпортованого природного газу з паливного балансу держави.

**Стратегічні завдання.** Це завдання, які потрібно вирішити для досягнення головної мети Стратегії розвитку вугільної промисловості та вугільних технологій у системному викладі. Їх можна сформулювати як послідовне розв'язання проблем, що стримують розвиток галузі. Послідовне означає розв'язання проблем від загальних до часткових. Ці проблеми мають бути

реальними. Тобто їх слід формулювати на основі відповідного динамічного аналізу стану галузі та середовища її практичного функціонування.

Під час опрацювання Стратегії пропонується розглядати систему проблем за такими взаємопідпорядкованими рівнями.

*Рівень зовнішніх політико-економічних відносин.* Балансові запаси вугілля в Україні становлять понад 45 млрд. т. У їхній структурі достатньою мірою представлені майже всі марки. Вугільні родовища вміщують значні запаси газу метану (до 25 трлн. м<sup>3</sup>). У структурі геологічних запасів органічного палива частка вугілля (без метану) становить 95 %. Тому наша держава є потенційно не лише самодостатньою щодо енергозабезпечення, а й експортером вугілля та продуктів перетворення цієї енергетичної сировини, що надає вагомі переваги у зовнішніх політико-економічних відносинах. Однак такі можливості Україна не використовує, стратегічні наміри щодо досягнення енергетичної самодостатності та розширення експортного потенціалу відсутні.

**З а в д а н н я.** Опрацювати Енергетичну стратегію України, що передбачає, зокрема, досягнення енергетичної самодостатності держави на базі розвитку вугільної промисловості та вугільних технологій.

*Рівень внутрішньої соціально-економічної політики.* Прискорений розвиток вугільної промисловості та вугільних технологій – пріоритетний національний інтерес, оскільки це – основа досягнення енергетичної самодостатності держави, що слугуватиме розвитку нині депресійних шахтарських регіонів, а також суміжних галузей економіки, наповненню державного та місцевих бюджетів, активізації кредитно-фінансової системи. Але зазначений національний інтерес не реалізується, видобуток вугілля з 1990 р. зменшився більше, ніж удвічі.

**З а в д а н н я.** Опрацювати у складі Енергетичної стратегії України Стратегію розвитку вугільної промисловості до рівня, що забезпечує енергетичну самодостатність держави та максимальне збільшення експорту продукції і продуктів перетворення вугілля.

*Рівень державного управління.* Забезпечення розвитку вугільної промисловості потребує впровадження (розбудови) системи дієвих механізмів державного управління: нормативно-правових, фінансово-економічних і управлінсько-організаційних. Але наразі такої цілісної системи державного управління немає, наявні елементи не всі досконалі та не забезпечують потрібний результат. Тому рушійні сили розвитку галузі значною мірою заблоковані.

**З а в д а н н я.** Опрацювати Державну цільову комплексну програму розвитку вугільної промисловості, яка б передбачала створення та удосконалення меха-

нізмів як системи заходів, що послідовно «знімають» (розв'язують) проблеми, які блокують розвиток галузі.

*Рівень нормативно-правового регулювання.* Правове поле функціонування вугільної промисловості повинно містити відповідні механізми та сприяти розвитку галузі. Проте чинне законодавство має суттєві недоліки щодо цього та певним чином гальмує розвиток. Зокрема, вже протягом певного часу заблоковано прозору приватизацію, механізми перспективного інвестування і технічної модернізації, комплексне освоєння вугільних родовищ, у тому числі газовугільних, диверсифікацію напрямків використання вугілля, закриття шахт та ін.

**З а в д а н н я.** Опрацювати, забезпечити прийняття та введення в дію всіх потрібних змін та доповнень щодо законодавства України, які знімають обмеження та надають стимули розвитку вугільній промисловості.

*Рівень макроекономічних пропорцій.* Макроекономічні міжгалузеві пропорції в Україні нині не оптимальні. Це наслідок некерованого переходу на початку 90-х років від адміністративного механізму встановлення таких пропорцій до ринкового. Ринковий механізм є механізмом «тонкого» усунення міжгалузевих диспропорцій, коли на ринку вже є певна рівновага і в період кризового (глибокого) її порушення він не може мати позитивної дії. Тому в кризові періоди застосовують спеціальні механізми державного управління оптимізації міжгалузевих пропорцій, без чого подолання економічної кризи з виходом на якісно новий рівень розвитку неможливе.

Найчастіше застосовують механізм Міжгалузевого балансу (МГБ) у складі матриць прямих витрат, цінового впливу та доданої вартості. Складання, оптимізація та досягнення прогностичних показників МГБ методами державного управління дають змогу встановити в національній економіці міжгалузеві пропорції, що максимізують додану вартість в цілому та у кожній з галузей без критичного обмеження. Максимізація доданої вартості є метою будь-якого виробництва, адже додана вартість – джерело заробітної плати, витрат на реновацію і розвиток, прибутків і податків. Особливо це важливо для вугільної промисловості, більшість підприємств якої через викривлення міжгалузевих пропорцій залишилася без відповідних джерел, що й зумовило занепад.

**З а в д а н н я.** Опрацювати Міжгалузевий баланс України з визначенням рекомендованих значень міжгалузевих товарних потоків та міжгалузевих цін, які б забезпечували максимізацію доданої вартості в національній економіці.

*Рівень податково-бюджетної системи.* Збитковість вуглевидобувного підприємства визнається йому

об'єктивно притаманною через субсидування шахт з державного бюджету, і це поліпшує фінансовий стан підприємства. Одночасно об'єктивно збиткова шахта є платником податків на загальних умовах, але, як правило, у повному обсязі сплачувати нараховані податки вона не в змозі, накопичуючи відповідну кредиторську заборгованість, що погіршує її фінансовий стан.

**З а в д а н н я.** Прийняттям нормативно-правових документів встановити і практично задіяти механізми реструктуризації та списання податкової заборгованості вуглевидобувних підприємств.

**Рівень кредитно-фінансової системи.** Специфіка вуглевидобувного виробництва потребує постійного оновлення виробничих фондів як активної, так і пасивної їхніх частин, але збиткові підприємства власних коштів на просте відтворення не мають, у той же час комерційні банки збитковим підприємствам з негативною кредитною історією кредити, як правило, не надають.

**З а в д а н н я.** Опрацювати та впровадити механізми: реструктуризації заборгованості за кредитами комерційних банків; здешевлення банківських кредитів за відповідною бюджетною програмою; фінансового лізингу та IPO (англ. *Initial Public Offering* – первинна публічна пропозиція акцій компанії на продаж широкому колу осіб).

**Рівень товарно-грошових відносин.** Переважна більшість вуглевидобувних підприємств державного сектору не є ринковими суб'єктами за своїм майновим, виробничо-економічним та фінансовим станом. Одночасно вони діють у ринковому середовищі (у ринковому оточенні). Через це вуглевидобувне підприємство не може паритетно вступати у ринкові товарно-грошові відносини. Натомість діють різні посередники (державні й приватні). При цьому відбувається (діє механізм) не ціноутворення, а цінопризначення. Як результат вугілля продає виробник за спотвореними цінами, які нижчі не тільки за собівартість, а й за звичайну ринкову ціну (нижчі за споживчу вартість). Це один з головних чинників проблем фінансово-економічного стану та інвестиційної непривабливості підприємств.

Ціна на вугільну продукцію як компроміс між вартістю та споживчою вартістю цього товару може бути необ'єктивною у зв'язку з тим, що споживча вартість є заниженою, а вартість – завищеною.

Споживча вартість вугілля знижується, оскільки сфера його використання обмежується споживанням технологічного палива в енергетиці, металургії та побуті. В той же час сферу споживання вугілля можна значно розширити внаслідок використання вугільної продукції для виробництва водовугільного палива та синтетичного газу, у тому числі через підземнугази-

фікацію у промислових масштабах, використання вугілля у хімічній промисловості тощо.

Вартість вугільної продукції завищена через те, що державні вуглевидобувні підприємства не є суто ринковими суб'єктами і не можуть повноцінно захищати свої інтереси щодо вхідних цін та позбутися внутрішнього марнотратства.

**З а в д а н н я.** 1. Завершити роздержавлення вугільних шахт, у тому числі шляхом передачі в оренду або концесію. 2. Через нормативно-правову систему створити механізми заохочення, стимулів і державної підтримки щодо розвитку вугільних технологій та їх широкого застосування в національній економіці. 3. На державних вуглевидобувних підприємствах: а) запровадити постійний моніторинг цін на закупівлю матеріально-технічних ресурсів із щомісячною публікацією їх у засобах масової інформації; б) опрацювати в галузевих інститутах і впровадити малозатратні гірничо-технічні заходи щодо економії матеріальних ресурсів, електроенергії, зменшення зольності гірничої маси, аварійності на машинах та механізмах і т. ін.

**Рівень науково-технічного забезпечення.** Науково-технічне забезпечення вугільної промисловості не відповідає потребам її розвитку. Науковий потенціал прискорено знижувався, особливо його інтелектуально-творча складова (і матеріально-технічна база наукових досліджень також). Зникли наукові напрями, перервано процес успадкування і розвитку наукових знань. На сьогодні якісний склад науково-творчого потенціалу не відповідає рівню завдань розвитку галузі.

**З а в д а н н я.** 1. Шляхом прийняття урядових рішень відновити механізми і форми результативного зв'язку галузевої науки з підприємствами, системи комплексного впровадження передових вуглевидобувних технологій та гірничошахтного обладнання. 2. На базі галузевих науково-дослідних та проектних інститутів створити науково-технічний центр інноваційного розвитку вугільної промисловості. 3. Визначити найважливіші техніко-технологічні напрями, сформувати і затвердити на урядовому рівні державне замовлення на науково-технічну продукцію для галузі із відповідним фінансовим забезпеченням робіт, що виконуватимуться.

**Рівень відтворення вуглевидобувних потужностей.** При суспільній потребі у збільшенні виробничих потужностей відбувається їх неухильне зменшення. Головними безпосередніми чинниками цього є передчасне закриття діючих шахт, що мають великі промислові запаси вугілля, та відсутність будівництва нових; зниження техніко-технологічного рівня діючих підприємств при об'єктивному ускладненні гірничо-геологічних умов їх роботи. Крім того, геологорозвідувальні роботи майже припинені як на полях діючих

шахт, так і на перспективних ділянках будівництва нових.

**З а в д а н н я.** 1. Припинити передачу на закриття шахт, які у своїх гірничих відводах мають промислові запаси вугілля. Для всіх діючих шахт галузеві інститути мають розробити інвестиційні проекти із визначенням комплексу гірничо-технічних заходів та інвестиційної ємності розвитку шахти до рівня рентабельної роботи. Запровадити всі можливі механізми державного сприяння та державної підтримки реалізації цих проектів. 2. Через державне замовлення розробити інноваційні проекти будівництва нових шахт та організувати конкурсний продаж зазначених проектів з наданням пільгових ліцензій на відпрацювання родовищ переможцям конкурсу. 3. Визначити та реалізувати урядові заходи із відновлення та розширення системи вугільних геологорозвідувальних експедицій для розвідки та дорозвідки родовищ. 4. Визначити та реалізувати урядові заходи з відродження шахтобудівельного комплексу України за технологічною, технічною та людською складовими його потенціалу.

*Рівень фінансово-економічного стану шахт.* Проблема полягає у тому, що економічні пропорції глибоко збиткових шахт є такими, що не забезпечується не тільки розширене, а й і просте відтворення. На більшості шахт державного сектору – це пропорції згортання виробництва. На окремих шахтах власний дохід підприємства не забезпечує навіть виплату заробітної плати працівникам. Інші необхідні витрати на виробничу діяльність шахта здійснює за рахунок субсидій держави та кредиторів, що, кінець кінцем, призводить до банкрутства, позбавляє інвестиційної привабливості.

**З а в д а н н я.** По кожній діючій шахті забезпечити досягнення економічних пропорцій розширеного відтворення внаслідок реалізації комплексних заходів з упорядкування гірничого господарства, технічного переоснащення, модернізації інженерних систем, впровадження систем комплексної безпеки, упорядкування структури і штатної чисельності.

*Рівень чинників виробництва.* На цьому рівні існує триєдина проблема: а) гірниче господарство шахти, тобто система підготовчих виробок, інженерні системи та внутрішньошахтна інфраструктура, рівень геологічної розвіданості родовища; стаціонарне обладнання, схеми провітрювання і внутрішньошахтного транспорту, системи енергозабезпечення, безпеки та інші на більшості шахт застарілі, знаходяться у вкрай незадовільному стані, є чинником обмеження виробничої потужності та унеможливають впровадження сучасної гірничої техніки; б) техніко-технологічний рівень виробництва значно нижчий за можливий і не-

обхідний за показниками наукоємності, енергоефективності, рівня автоматизації та надійності; в) трудовий та фаховий потенціал збиткових шахт за структурними та якісними показниками не відповідає завданням інтенсифікації виробництва.

**З а в д а н н я.** 1. Реконструкція гірничого господарства шахт з будівництвом вертикальних стволів, свердловин великого діаметра, розбудовою нових горизонтів з підготовкою виїмкових полів на продуктивних пластах із застосуванням інноваційних технологій протидії гірничому тиску та уникнення газодинамічних явищ. 2. Інноваційна модернізація, технічне переоснащення шахт з переходом на новий вищий техніко-технологічний рівень виробництва. 3. Приведення якості трудового потенціалу у відповідність до нового техніко-технологічного рівня виробництва шляхом цільової підготовки робітників потрібного фаху та менеджерів.

**Критерії вирішення завдань.** Основною методологічною вимогою до критеріїв досягнення стратегічної мети та результативного вирішення відповідних завдань є визначення цих критеріїв переважно як чисельного виміру повноти чи ступеня досягнення передбачених показників. Так, щодо головної мети Стратегії критерієм її досягнення має бути показник участі вітчизняного вугілля у паливно-енергетичному балансі держави. Наприклад, 50, 60, 70 % – за етапами реалізації стратегії. При цьому можуть бути визначені аналогічні додаткові критерії, що вказують на ступінь витіснення природного газу в тепловій енергетиці, металургійному виробництві, комунальному господарстві тощо.

*Критерієм вирішення проблеми невідповідності правових умов функціонування вугільної промисловості є показник вступу в дію законів України, що дають простір розвитку галузі.* Максимальне значення цього критерію дорівнює 100 %. Таким є й критерій розв'язання проблем власності та впровадження ринкового механізму визначення ціни вугільної продукції.

*У податково-бюджетній сфері критерієм розв'язання проблеми може бути повна реструктуризація та списання податкової заборгованості вугільних шахт, а у сфері кредитно-грошових відносин – реструктуризація заборгованості, впровадження механізмів здешевлення кредитів з боку держави, фінансового лізингу та IPO.*

*Критерієм вирішення проблеми невідповідності фактичних економічних пропорцій глибоко збиткового вуглевидобувного підприємства пропорціям розвитку є реальний перехід до нових економічних пропорцій – пропорцій розширеного відтворення. Головною умовою досягнення цих пропорцій є зменшення*

у собівартості товарної вугільної продукції шахти фонду оплати праці нижче 30 %.

*Критерієм вирішення проблеми невідповідності фактичного стану гірничого господарства шахти умовам впровадження гірничої техніки інноваційного рівня можна визнати співвідношення показників: фактичного обсягу гірничих виробок, що підтримуються до такого обсягу в прогресивних схемах розкриття та підготовки родовища; фактичної глибини ведення гірничих робіт та глибини основного горизонту; обсягу підготовлених до виймання запасів у продуктивних пластах вугілля до загального обсягу промислових запасів у гірничому відводі.*

Вирішення проблеми невідповідності технічного рівня гірничих машин можливостям технічного прогресу вимірюється співвідношенням фактичних показників енергооснащеності праці й енергоефективності й такими самими показниками в інноваційних зразках техніки.

**Рушійні сили реалізації Стратегії.** Важливим розділом Стратегії має бути визначення рушійних сил та сил протидії реалізації стратегії. Для цього треба дослідити систему відповідних суспільних інтересів навколо розвитку вугільної галузі та визначити напрями збільшення потенціалу сил розвитку і зменшення потенціалу сил протидії.

Зокрема, *потенціал сил розвитку складають* (мають інтереси щодо розвитку галузі):

- *Уряд України*, інтереси якого щодо розвитку вугільної промисловості полягають у зменшенні політичної залежності, що пов'язана з імпортом енергоносіїв, у зменшенні державних витрат на їхній імпорт, у зменшенні бюджетних витрат на підтримку галузі, в активізації внутрішнього виробництва і кредитно-фінансової системи держави, у підвищенні рівня зайнятості в цілому та збільшенні надходжень до бюджету;

- *власники підприємств-споживачів* вугільної продукції – підвищення рівня гарантованого забезпечення технологічним паливом та сировиною за оптимальними ринковими цінами та на умовах стабільно високої прибутковості роботи підприємств;

- *місцеві органи влади* шахтарських регіонів – підтримання та підвищення соціально-економічної активності в регіоні, збільшення обсягів надходжень коштів до місцевих бюджетів та можливостей щодо вирішення соціальних проблем, що й забезпечує підвищення авторитету місцевої влади;

- *трудові колективи шахт* – збереження та збільшення робочих місць, підвищення безпеки праці, рівня заробітної плати та соціального захисту;

- *трудові колективи підприємств суміжних галузей* – збільшення обсягів виробництва внаслідок ви-

конання замовлень вуглевидобувних підприємств, збереження та збільшення у зв'язку з цим робочих місць, збільшення фонду оплати праці;

- *комерційні банки* – розширення бази розміщення кредитних ресурсів та відкриття кредитних ліній для фінансування інвестпроектів шахт та фінансового лізингу.

*Потенціал сил протидії розвитку вугільної промисловості* можуть складати інтереси:

- імпортерів вугільної продукції, природного газу та нафти через загрозу звуження питомої ваги на ринку енергоносіїв;

- вітчизняні постачальники природного газу, нафти та інших енергетичних ресурсів через аналогічну причину;

- вітчизняні монопольні виробники окремих видів вугільної продукції через загрозу появи конкурентів та можливість втрат монопольного прибутку.

Успішна реалізація Стратегії потребує створення механізму підключення всіх рушійних сил до виконання відповідних завдань, а також впровадження механізмів нейтралізації сил протидії. Таким механізмом може бути Державна цільова комплексна програма розвитку вугільної промисловості та вугільних технологій (ДЦКП). У ній мають бути послідовно викладені конкретні заходи з розв'язання кожного із завдань. При цьому заходи мають бути узгоджені виконанням у часі, визначені за критеріями виконання, розподілені за виконавцями та за мірою відповідальності між суб'єктами рушійних сил.

Тому Державна цільова комплексна програма стає практичним інструментом реалізації (досягнення) свого інтересу у розвитку вугільної промисловості кожного із суб'єктів, які складають потенціал сил розвитку, через докладання волі щодо досягнення. Програма є об'єктом врахування волі кожного суб'єкта щодо реалізації свого інтересу і, одночасно, механізмом досягнення синергічного ефекту у створенні рушійної сили реалізації головної мети Стратегії.

Для ілімінації або, принаймні, послаблення потенціалу сил протидії, потрібно задіяти такі господарські механізми, як прогнозний паливно-енергетичний баланс держави та конкурентний ринок паливно-енергетичних ресурсів. Ці механізми дають змогу об'єктивно поєднати господарські та бізнес-інтереси суб'єктів потенційних сил протидії з розвитком вугільної промисловості.

*Заходи правового забезпечення реалізації Стратегії:*

- схвалення Стратегії Кабінетом Міністрів України (або Верховною Радою);

- затвердження Державної цільової комплексної програми Кабінетом Міністрів України;

● включення найважливіших заходів цієї Програми у щорічну Програму соціально-економічного розвитку держави.

*Заходи політико-організаційного забезпечення* включають:

● на етапі підготовки до схвалення Стратегії – організацію громадських слухань та громадського обговорення з роз'ясненням конкретних інтересів кожного із суб'єктів, яких безпосередньо або опосередковано стосується розвиток вітчизняної вугільної продукції, форми участі суб'єктів суспільних відносин в опрацюванні та реалізації Стратегії, максимально повне врахування конструктивних зауважень та пропозицій, що будуть внесені;

● на етапі схвалення Стратегії – забезпечення підтримки документа Адміністрацією Президента України, членами Уряду, народними депутатами;

● на етапі реалізації Стратегії – схвалення Державної цільової комплексної програми, врахування в ній соціально-економічного розвитку України найважливіших заходів, контроль і координація з боку уряду за реалізацією цих заходів та раціональним поєднанням інтересів суб'єктів суспільних відносин у розвитку вугільної промисловості.

**Джерела фінансування заходів.** У визначенні джерел фінансування заходів з виконання стратегічних завдань потрібно надавати перевагу *кредитам комерційних банків*, оскільки більшість із зазначених заходів буде являти собою певну сукупність інвестиційних проектів. У технічному переоснащенні діючих шахт значну роль може відіграти механізм *фінансового лізингу*.

Держава має сприяти задовільному своєчасному фінансуванню Стратегії, надаючи відповідно до Закону України «Про Державний бюджет України» *гарантії повернення банківських кредитів*, які отримані інвестором на реалізацію пріоритетного для держави інвестиційного проекту з розвитку вугільної промисловості або вугільних технологій. Реалізацію таких проектів держава може стимулювати, відкриваючи *бюджетні програми здешевлення комерційних кредитів*.

Безпосередня участь держави буде потрібна у фінансуванні науково-технічного забезпечення Стратегії. Мається на увазі, що держава профінансує з бюджету створення інститутами НАН України та галузевими інститутами необхідної наукової продукції

інноваційного рівня щодо технології підземного видобутку вугілля та гарантованої безпеки цих технологій, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів із виготовленням дослідних та дослідно-промислових зразків, а також високоефективних вугільних технологій, технологій підземної газифікації вугілля, доведення цих розробок до етапу промислового впровадження.

На стадії опрацювання Стратегії слід розглянути можливість *створення інвестиційного фонду розвитку вугільної промисловості та вугільних технологій* у складі Державного бюджету України. Основним джерелом наповнення фонду можуть бути певні кошти з купівлі-продажу кожної тонни продукції на внутрішньому ринку, а також цільовий податок на імпорт та експорт вугілля. Бюджетний фонд може наповнюватися за рахунок цільових коштів міжнародних фінансових організацій та іноземних банків, які мають інтерес до вирішення загальних проблем розвитку вугільної промисловості та вугільних технологій.

Кошти інвестиційного бюджетного фонду насамперед мають використовуватися на фінансування наукових досліджень, створення дослідних та дослідно-промислових зразків нової техніки та вугільних технологій і, можливо, на здешевлення кредитів комерційних банків.

Фінансування подальшого розвитку шахт, які введено на сталий рівень беззбиткової роботи, може здійснюватися **за механізмом IPO**.

**Висновки.** Чинна Енергетична стратегія України на період до 2030 року в цілому, а також її складова – Стратегія розвитку вугільної промисловості на сьогодні не можуть бути керівними документами державного управління, оскільки декларовані в цьому документі цілі, завдання та методи їх вирішення у переважній більшості не актуальні.

Необхідність дієвої Стратегії полягає у нагальній потребі здійснення національною економікою технологічного переходу у виробництві та використанні енергії задля забезпечення прискореного соціально-економічного розвитку держави.

Запорукою опрацювання документа такого рівня і якості є застосування наукової методології, що забезпечує обґрунтоване визначення головної мети Стратегії, завдань, які треба вирішити для гарантованого досягнення мети, критеріїв і механізмів результативного розв'язання проблем, що виникають.

УДК 622.261.27



**А. И. ВОЛОШИН,**  
член-корр. НАН Украины  
(ИГТМ НАН Украины, НИЦ  
«Экология-Геос»)



**О. В. РЯБЦЕВ,**  
канд. техн. наук  
(ИГТМ НАН Украины, НИЦ  
«Экология-Геос»)



**А. И. КОВАЛЬ,**  
канд. техн. наук  
(ООО «ДТЭК Свердловантрацит»)

## Рекомендации по охране и поддержанию подготовительной выработки позади лавы

*Приведены результаты исследований геомеханического состояния вмещающих пород в окрестности подготовительной выработки, на основании которых разработан комплекс рекомендаций для ее охраны и поддержания в целях обеспечения вентиляции, безопасного выхода людей, доставки материалов и оборудования. Дано сравнение расчетных и фактических значений остаточной высоты выработки в ОП «Шахта «Харьковская» ООО «ДТЭК Свердловантрацит».*

Одна из актуальных задач для шахт Украины – получение максимально возможного уровня добычи угля при уменьшении капитальных и эксплуатационных затрат на подготовку выемочных столбов к отработке и сохранении безопасных условий ведения горных работ, что даст возможность повысить производственную и экономическую эффективность работы угледобывающего предприятия [1].

Неудовлетворительное состояние подготовительных выработок, которое можно объяснить нерационально выбранными средствами крепления и охраны – сдерживающий фактор для достижения указанных целей. Причиной этого является недостаточная степень изученности процессов, происходящих в массиве горных пород, что наряду с ухудшением горно-геологических условий на больших глубинах не дает возможности адекватно

определить конвергенции пород по контуру подготовительной выработки и нормальную нагрузку, которую должна воспринимать крепь.

Для обоснованного выбора максимально эффективного комплекса технических средств, направленных на крепление, охрану и поддержание подготовительной выработки, необходимо исследование геомеханического состояния углепородного массива в конкретных горно-геологических условиях ведения горных работ [2, 3].

ОП «Шахта «Харьковская» ООО «ДТЭК Свердловантрацит» обрабатывает пласт  $k_2^1$  лавой № 102. Выемочный столб лавы длиной 2000 м разрабатывают по комбинированной системе – от капитальных уклонов к границе шахтного поля. Вентиляционный ходок № 100 был проведен во время отработки лавы № 100 частично с помощью комбайна КСП-32 и частично – буровзрывных работ с подрывкой преимущественно пород кровли. От влияния очистных работ лавы № 100 выработка охранялась угольным целиком шириной 50 м, что позволило сохранить ее в хорошем рабочем состоянии.

Опыт работы шахты в аналогичных условиях показал, что при отработке смежной лавы, в данном случае № 102, поддержать подготовительную выработку в зоне ее влияния и позади очист-

ного забоя для обеспечения вентиляции, вывода людей при вступлении в действие плана ликвидации аварии и доставки материалов и оборудования было весьма проблематично. Она находилась в неудовлетворительном состоянии, требовала постоянных затрат на ремонт и восстановление, что негативно сказывалось на производственных и экономических показателях работы добычного участка. Поэтому задача охраны и поддержания подготовительной выработки позади лавы стала весьма актуальной.

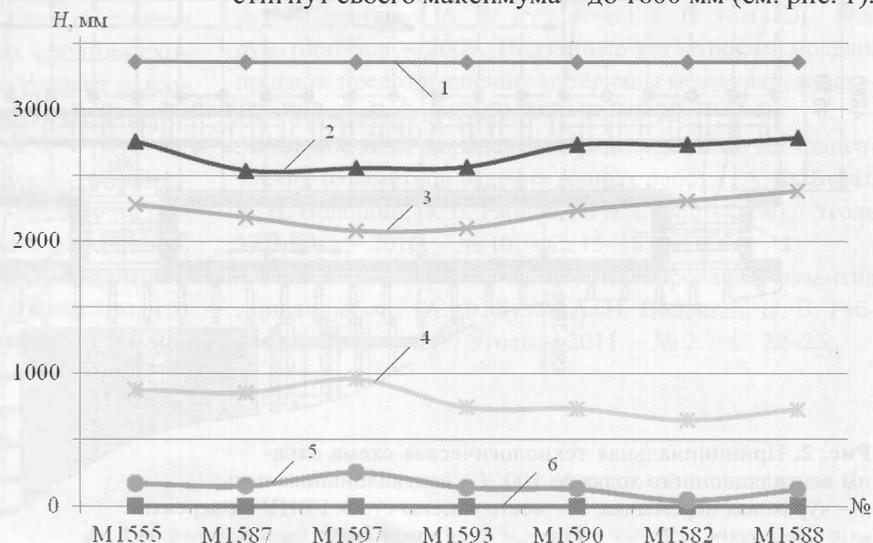
Напряженно-деформированное состояние пород в окрестности вентиляционного ходка № 100 моделировалось с помощью программно-технологического комплекса «Технология стратегического планирования развития горных работ»<sup>©</sup> [3, 4]. Эта технология на сегодня – единственный продукт такого рода, включающий все факторы и условия, определяющие процесс ведения горных работ на конкретном добычном участке.

Учитывалось, что выработку необходимо поддерживать по всей длине при отработке лавы № 102: в массиве вне зоны ее влияния; в зоне влияния движущегося очистного забоя; на сопряжении с лавой и позади очистного забоя на всю длину выемочного столба.

Прогнозные расчеты выполняли в два этапа: на *первом* определяли геомеханическое состояние вмещающих пород в окрестности вентиляционного ходка № 100 вне зоны влияния лавы № 102 с учетом времени, прошедшего с момента проведения выработки, и состояние пород в зоне влияния лавы; на *втором* устанавливали геомеханическое состояние пород в окрестности вентиляционного ходка № 100 на сопряжении с лавой № 102 и в выработанном пространстве по мере отхода лавы № 102 с учетом фактора времени.

В результате расчетов получены значения мощностей расслоившихся породных пачек по кровле и почве, опусканий пород кровли, поднятий пород почвы и сближений боков, параметров опорной зоны для каждого слоя породы, высоты свода обрушения и веса обрушенных

**Рис. 1.** Конвергенция пород кровли и почвы вентиляционного ходка лавы № 100 позади забоя лавы № 102: 1 и 6 – паспортные положения кровли и почвы; 2 и 3 – положения кровли позади лавы с учетом и без учета «оборанивания» целика; 4 – положение почвы позади лавы; 5 – положение почвы позади лавы с учетом подрыпки; № – номер скважины.



пород, который должна воспринимать крепь выработки. Проведенный комплекс исследований подтвердил данные о негативном опыте шахты при поддержании подготовительных выработок позади забоя лавы в аналогичных условиях.

Установленные особенности изменения геомеханического состояния вмещающих пород в окрестности вентиляционного ходка № 100 вне зоны влияния лавы № 102 с учетом времени, прошедшего с момента проведения, и в зоне влияния лавы № 102 свидетельствуют, что в массиве вне зоны влияния лавы ожидаются следующие смещения пород на контуре: опускания пород кровли 90 – 120 мм при поддержании выработки в этих условиях в течение 200 сут; поднятия пород почвы 170 – 300 мм при сближении боков выработки до 100 мм. В зоне влияния лавы № 102 опускания пород кровли составят 240 – 300 мм с учетом поддержания вне зоны влияния, поднятия пород почвы – 270 – 340 мм при сближении боков выработки до 280 мм и с учетом поддержания выработки вне зоны влияния лав.

Моделирование напряженно-деформированного состояния горных пород в окрестности вентиляционного ходка № 100 на сопряжении с лавой № 102 и по мере отхода этой лавы с учетом фактора времени показали, что опускания пород кровли составят 1000 – 1200 мм при наличии жесткого охранного сооружения, поднятия пород почвы – до 700 мм в случае сближения боков выработки примерно на 400 мм. При свободных опусканиях слоев пород кровли (без охранного сооружения) опускания пород кровли после отхода лавы № 102 на 300 м достигнут своего максимума – до 1600 мм (см. рис. 1).

Таким образом, площадь остаточного сечения выработки всвету составит не менее  $10 \text{ м}^2$ , что достаточно для выполнения ею технологического предназначения. Давление со стороны пород кровли на жесткое охранное сооружение будет  $27 - 47 \text{ МПа}$ , а нагрузка со стороны пород непосредственной кровли на крепь – до  $370 \text{ кН}$ .

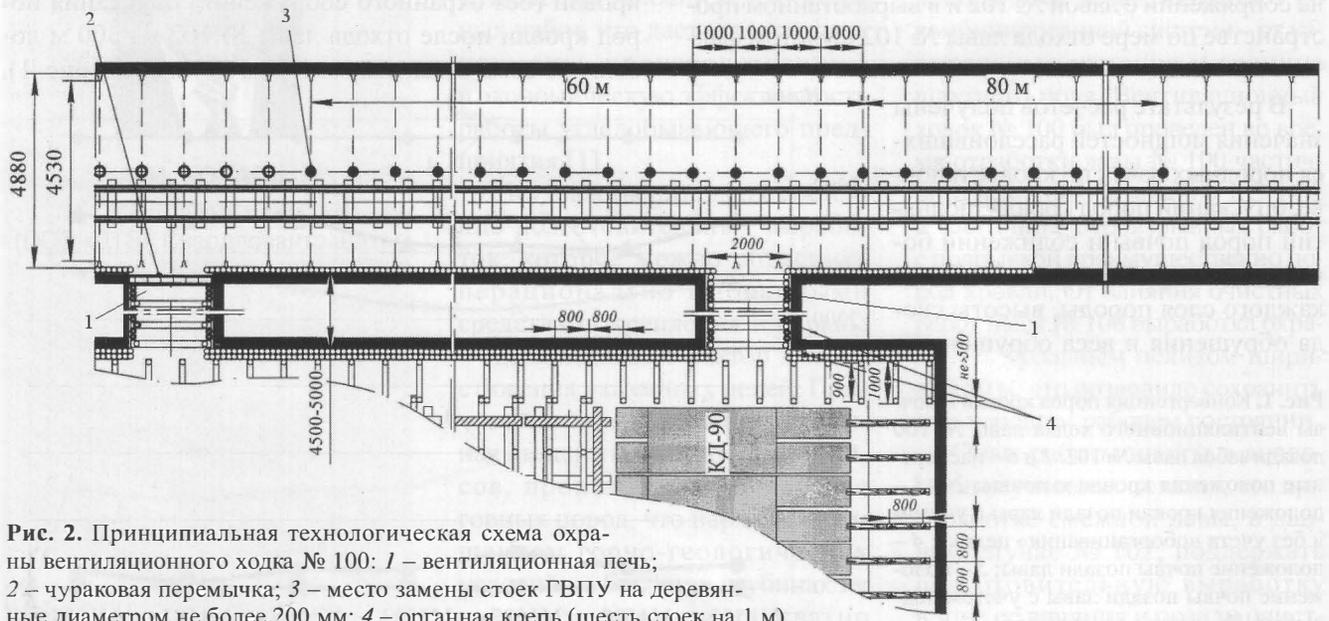
На базе проведенных исследований и прогнозных расчетов относительно геомеханического состояния вмещающих пород в окрестности вентиляционного ходка № 100 стало возможным предложить практические рекомендации для достижения поставленной цели – использования вентиляционного ходка № 100 для вентиляции, безопасного вывода людей, доставки материалов и оборудования.

Базовый вариант с оставлением ленточного целика шириной  $5 \text{ м}$  предусматривает частичное решение поставленной задачи. Согласно результатам прогнозных расчетов вертикальная конвергенция составит до  $1500 \text{ мм}$  при опускании пород кровли до  $750 \text{ мм}$  в случае сохранения устойчивости целика как охранного сооружения. Тогда следует ожидать существенных деформаций элементов крепи, формирования складчатой структуры верхняков и, как следствие, проведения ремонтно-восстановительных работ вдоль всей выработки. В случае разрушения целика, что подтверждают результаты расчетов, поскольку зона неупругих деформаций в нем будет распространяться до  $3,5 \text{ м}$ , вертикальная конвергенция составит до  $2000 \text{ мм}$ , что приведет к деформированию крепи, потере ею несущей способ-

ности и поставит под угрозу эксплуатацию выработки в завальной части. Исходя из этого необходимо увеличить целик до  $7 - 8 \text{ м}$ , чтобы не допустить его разрушения.

Поскольку выработка закреплена крепью типа КМП-А3/13,8 и ее замена на крепь с большей несущей способностью и податливостью нецелесообразна и весьма трудоемка, рассматривается существенная модернизация базового варианта, которая заключается в следующем. Во избежание преждевременной утраты крепью податливости и образования складчатой структуры верхняка необходимо усилить верхняки крепи впереди забоя лавы на расстояние не менее  $80 \text{ м}$  гидростойками типа ГВПУ и не менее чем  $60 \text{ м}$  – позади забоя. Усиление верхняков одним рядом гидростоек, установленных под металлическую балку из СВП, позволит увеличить рабочее сопротивление крепи приблизительно до  $700 \text{ кН}$ .

Чтобы не допустить преждевременную деформацию элементов крепи при исчерпании ею податливости, следует подрыть почву под каждую стойку на  $300 \text{ мм}$  (паспортную податливость) и переустановить стойки. Это обеспечит дополнительные  $300 \text{ мм}$  податливости крепи без деформирования ее элементов. По результатам расчетов податливость крепи необходимо восстанавливать на расстоянии  $60 - 80 \text{ м}$  от забоя лавы и корректировать в соответствии с данными визуальных наблюдений. Учитывая, что выработка с одной стороны примыкает к целику ши-

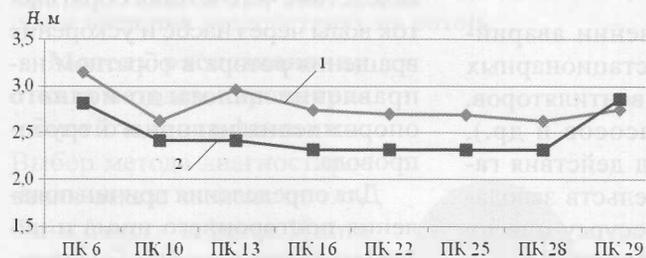


**Рис. 2.** Принципиальная технологическая схема охранного вентиляционного ходка № 100: 1 – вентиляционная печь; 2 – чураковая перемычка; 3 – место замены стоек ГВПУ на деревянные диаметром не более  $200 \text{ мм}$ ; 4 – органный крепь (шесть стоек на  $1 \text{ м}$ ).

риной 50 м, податливость возможна в большей степени со стороны лавы.

Под действием горного давления предохранительный целик будет разрушаться в краевых частях. Поэтому предложено усилить двумя рядами органической крепи с завальной стороны и одним рядом со стороны выработки и печей. При этом можно ширину целика (5 м) оставить прежней или уменьшить до 4–4,5 м, сохранив жесткость и устойчивость конструкции. Принципиальная технологическая схема охраны вентиляционного ходка № 100 представлена на рис. 2.

Разработанный комплекс рекомендаций был принят для использования на техническом совете ООО «ДТЭК Свердловантрацит». Для их реализации в условиях вентиляционного ходка № 100 ОП «Шахта «Харьковская» создана бригада, которая осуществляет инструментальные замеры для идентификации теоретических и фактических значений остаточной высоты выработки. В настоящее время отработана большая часть выемочного столба.



**Рис. 3.** Результаты идентификации расчетных и фактических значений остаточной высоты  $H$  вентиляционного ходка № 100 шахты «Харьковская»: 1 и 2 – высота выработки фактическая и расчетная в метрах.

Из рис. 3 следует, что в среднем фактическая и расчетная остаточная высота выработки составляет 2781 и 2471 мм соответственно, их средняя сходимость – не менее 88 %, что подтверждает высокую степень точности и надежности получаемых результатов.

Во время работы лавы особое внимание обращалось на качественный отвод воды, поскольку на момент начала отработки ее большая часть находилась под водой ( $\approx 700$  мм). Из статистических данных, основанных на наблюдениях в шахтах, известно, что повышение влажности пород почвы на 1–3 % уве-

личивает их пучение ( $\approx 30$  %). При этом значительно уменьшаются прочностные характеристики пород и они быстрее теряют несущую способность.

**Выводы.** Разработанные практические рекомендации по охране и поддержанию вентиляционного ходка № 100 позволяют осуществить охрану и поддержание выработки для вентиляции, вывода людей при аварийных ситуациях, для доставки материалов и оборудования с минимальными изменениями существующей технологии. При этом достигается удовлетворительное состояние выработки в соответствии с требованиями Правил безопасности.

Средняя сходимость расчетных и фактических значений остаточной высоты выработки не менее 88 % подтверждает высокую степень достоверности и надежности получаемых с помощью «Технологии стратегического планирования развития горных работ»<sup>©</sup> результатов, т. е. целесообразность ее использования при планировании развития горных работ. Фактический экономический эффект от реализации комплекса рекомендаций, рассчитанный специалистами ООО «ДТЭК Свердловантрацит» и ОП «Шахта «Харьковская», составил 14,8 млн. грн., и продолжает увеличиваться, поскольку выемочный столб еще не отработан.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Решение* геоэкологических и социальных проблем при эксплуатации и закрытии угольных шахт / [В. Ф. Янукович, Н. Я. Азаров, А. Д. Алексеев и др.]. – Донецк, ООО «Алан», 2002. – 480 с.
2. *Брюханов А. М.* Контроль состояния горного массива / А. М. Брюханов, А. А. Рубинский, Г. И. Колчин // Форум горняков – 2009. Подземные катастрофы: модели, прогноз, предотвращение: материалы междунар. конф. – Днепропетровск: НГУ, 2009. – С. 19–22.
3. *Методология* определения рациональных технологических параметров ведения горных работ / [А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. В. Савостьянов] // Уголь Украины. – 2010. – № 10. – С. 15–18.
4. *Технология* стратегического планирования развития горных работ / [А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль] // Уголь. – 2011. – № 2. – С. 22–25.

УДК 622.002.5:62-182.2.192



**Н. В. ПАЛАМАРЧУК,**  
доктор техн. наук  
(ООО «Научный центр  
горных машин»)



**А. П. ДЕНЬГИН,**  
канд. техн. наук  
(ННИИПБОТ)



**Т. Н. ЛУШНИКОВА,**  
инж.  
(Донецкий НИИ судебных  
экспертиз)

## Распознавание и поиск причин отказа стационарных шахтных машин

*Приведен метод системного поиска и распознавания главной причины отказа, разработанный авторами, который основан на параметрической идентификации внешних воздействий в период жизненного цикла машины. Рассмотрен алгоритм распознавания причин отказа и сформулированы базовые принципы, исключающие неверное направление поиска при анализе и идентификации негативных воздействий.*

При возникновении аварийных отказов стационарных шахтных машин (вентиляторов, компрессоров, насосов и др.), особенно в период действия гарантийных обязательств завода-изготовителя по ресурсу или по сроку службы, часто прибегают к их полной разборке и к анализу состояния деталей. Однако установить причину отказа и поломки не всегда возможно.

Авторами разработан и используется на практике метод системного поиска и распознавания главной причины (причин) отказа, основанный на параметрической идентификации внешних воздействий (возмущений) в период жизненного цикла машины. Рассмотрим реализацию метода на примере отказа нового насоса ЦНС 300-600 водоотливной установки шахты им. М. И. Калинина.

После первого пуска насос работал 4 ч. В этот период подача, напор и потребляемая мощность (по косвенным оценкам обслуживающего персонала) были в норме, постороннего шума не

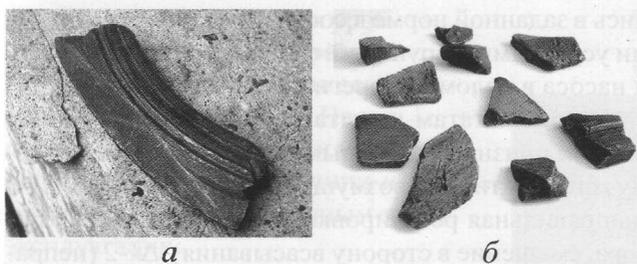
наблюдалось, но во время очередного пуска в зоне крышки нагнетания и последней ступени появились металлический стук и скрежет, после чего насос остановили. В результате выяснения причин случившегося установили, что при остановке насоса произошло неполное закрытие обратного и приемного клапанов, вследствие чего возник обратный ток воды через насос и ускорение вращения ротора в обратном направлении вплоть до полного опорожнения напорного трубопровода.

Для определения причин появления постороннего шума и несрабатывания клапанов был разобран обратный клапан на напорном трубопроводе и при осмотре его внутренней полости обнаружены металлические осколки направляющего аппарата последней ступени (рис. 1).

По результатам разборки насоса, проведенной в присутствии представителя завода-изготовителя, сделаны следующие выводы:

- характер повреждения деталей однозначно свидетельствует о контактном взаимодействии с большими нагрузками задних дисков рабочих колес 10-й и 1-й ступеней со стенками направляющих аппаратов;

- механический контакт рабочих колес, направляющих аппаратов и сопровождающее его интенсивное фрикционное разрушение сопряженных элементов вызваны



**Рис. 1.** Металлические фрагменты направляющего аппарата: *а* – участок, прилегающий к стопору, со следами задиоров; *б* – осколки торцевой стенки.

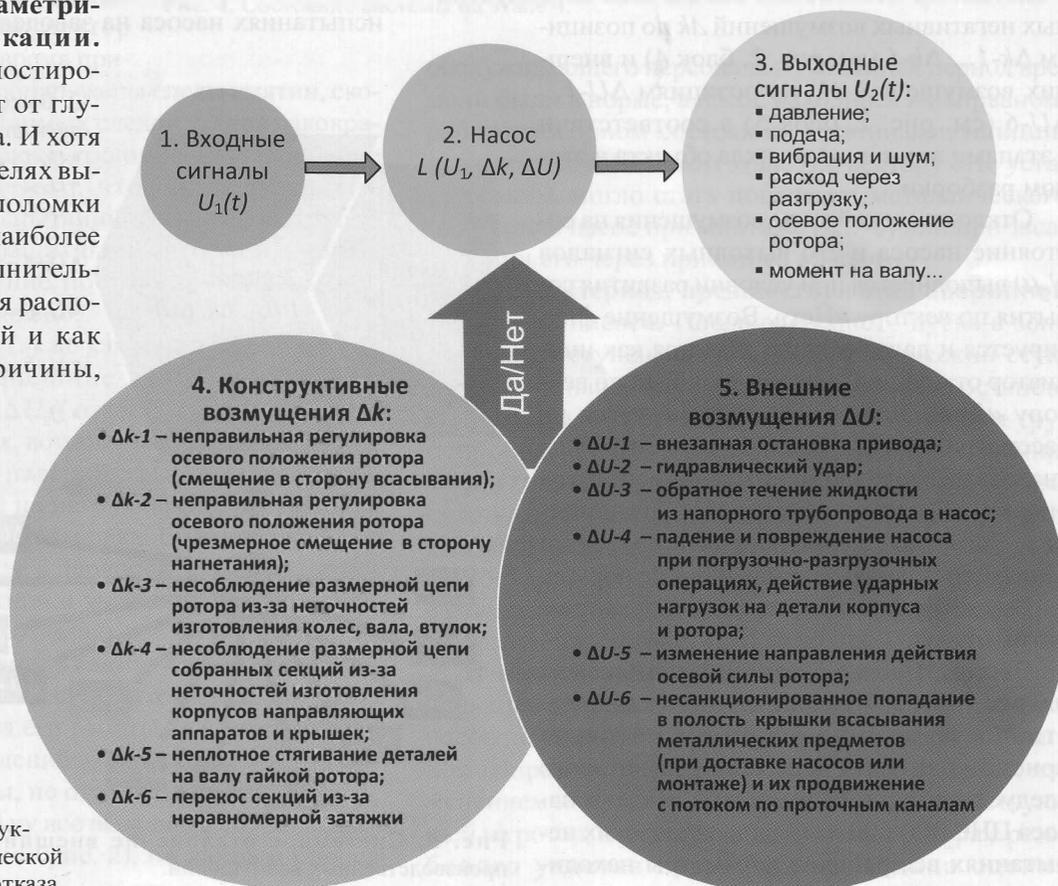
аварийным смещением ротора в сторону крышки нагнетания на более чем 14 мм;

- причинами аварийного смещения ротора не могли стать нарушения производственного характера (некачественная сборка и др.), так как обмер деталей подтвердил высокую точность их изготовления;
- причину, инициировавшую быстрый механический износ деталей и отказ насоса, следует искать среди неблагоприятных эксплуатационных факторов и внешних воздействий на ротор.

### Модель распознавания отказа методом параметрической идентификации.

Выбор метода диагностирования отказа зависит от глубины поиска дефекта. И хотя разборка машины в целях выяснения характера поломки и причин ее отказа наиболее информативна, дополнительно рекомендуется для распознавания начальной и как правило главной причины, инициирующей развитие и наступление отказа, проводить параметрическую идентификацию во всех внешних и внутренних воздействиях на рабочие элементы [1, 2].

**Рис. 2.** Обобщенная структурная схема диагностической модели распознавания отказа.



Основные свойства объекта (насоса) как элемента системы (рис. 2) характеризуются общим оператором  $L$ , который связывает входные  $U_1(t)$  и выходные  $U_2(t)$  сигналы. Качество функционирования объекта на всех этапах работы (приемо-сдаточные испытания на заводе, эксплуатация на шахте) зависит не только от конструктивных параметров и вызываемых ими конструктивных возмущений  $\Delta k$ , но и от внешних возмущений  $\Delta U$ , которые изменяются во времени и могут вызвать параметрический (постепенный) или функциональный (внезапный) отказ системы.

Принципы и правила построения модели развития отказа:

- входные  $U_1(t)$  (подводимая мощность от электродвигателя) и выходные  $U_2(t)$  (напор, подача, осевое положение ротора, расход воды через разгрузочное устройство, вибрация, шум и др.) сигналы при неизменности количества и характеристик возмущающих факторов во времени не изменяются, т. е. процесс эксплуатации стационарный и неопасный;

- конструктивные возмущения  $\Delta k$ , обусловленные некачественным изготовлением и сборкой объекта, немедленно влияют на выходные сигналы  $U_2(t)$  в начальный период эксплуатации;

- на всех этапах перемещения объекта от изготовителя до места эксплуатации возможны внешние возмущения, которые необходимо фиксировать и учитывать при идентификации характеристик отказа;

- если данные неполные, решающее значение для идентификации имеет разборка насоса и установление причин износа каждой детали;

- для подтверждения адекватности принятой модели развития и возникновения отказа, кроме последовательного продвижения по схеме «Да – Нет» или «Не установлено», важен также учет уже случившегося на других объектах отказа с аналогичными характеристиками и причинами.

Следуя принятым на практике указанным правилам и принципам, представим обобщенную структурную схему диагностической модели (рис. 2) и алгоритм распознавания причин отказа.

Алгоритм распознавания причин отказа состоит в системном отклонении связей всех конструктивных негативных возмущений  $\Delta k$  по позициям  $\Delta k-1 \dots \Delta k-6$  (см. рис. 2, блок 4) и внешних возмущений  $\Delta U$  по позициям  $\Delta U-1 \dots \Delta U-6$  (см. рис. 2, блок 5) в соответствии с этапами жизненного цикла объекта и этапом разборки.

Отклонение действия возмущения на состояние насоса и его выходных сигналов  $U_2(t)$  выполняется при условии развития события по вектору «Нет». Возмущение фиксируется и далее рассматривается как инициатор отказа при условии развития по вектору «Да». Возмущение фиксируется на рассматриваемом этапе и переносится для анализа на следующий по времени этап при оценке события по вектору «Не установлено». Выходные сигналы фиксируются по вектору состояния «Норма» или «Не норма».

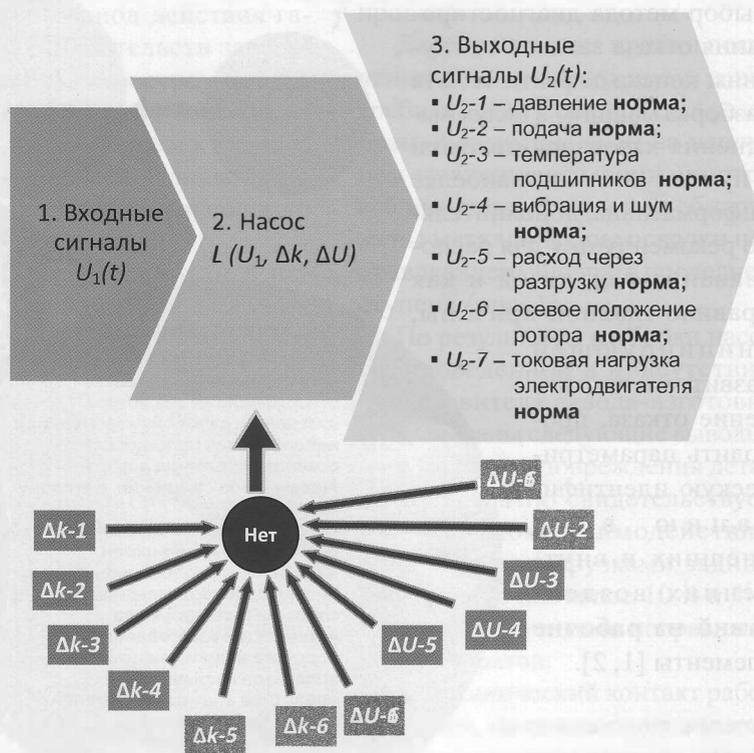
Рассмотрим поэлементно все этапы развития отказа.

**Этап 1. Приемно-сдаточные испытания насоса** (рис. 3). Завод-изготовитель представил заверенную копию Протокола приемно-сдаточных испытаний, из которого следует, что при 20-минутной обкатке насоса ЦНС 300-600 и его гидравлических испытаниях все рабочие параметры находи-

лись в заданной норме в соответствии с техническими условиями, нарушений функционирования узлов и насоса в целом не зарегистрировано.

По результатам испытаний ОТК завода принял насос и признал его годным к эксплуатации. Поэтому конструктивные возмущения (рис. 2, блок 4):  $\Delta k-1$  (неправильная регулировка осевого положения ротора, смещение в сторону всасывания);  $\Delta k-2$  (неправильная регулировка осевого положения ротора, чрезмерное смещение в сторону нагнетания);  $\Delta k-5$  (неплотное стягивание деталей на валу гайкой ротора);  $\Delta k-6$  (перекок секций из-за неравномерной затяжки);  $\Delta U-1 \dots \Delta U-6$  (все внешние возмущения) определяются по вектору «Нет».

Как отмечалось, конструктивные возмущения  $\Delta k$ , обусловленные некачественным изготовлением и сборкой объекта, немедленно влияют на изменения выходных сигналов  $U_2(t)$  в начальный период эксплуатации. Все выходные сигналы (напор, подача, осевое положение ротора, расход воды через разгрузочное устройство, вибрация, шум, токовая нагрузка электродвигателя и др.) при 15-минутной обкатке и обязательных приемно-сдаточных испытаниях насоса на заводском сертифицирован-



**Рис. 3.** Системное отклонение внешних и конструкторско-производственных возмущений.

ном стенде находились на уровне «Норма» и зарегистрированы в копии Протокола приемосдаточных испытаний. Насос после испытаний находился в работоспособном состоянии и признан ОТК завода годным к эксплуатации.

**Этап 2. Доставка насоса автотранспортом.** На этом этапе (рис. 3) для анализа во внимание принимаются только внешние возмущения:  $\Delta U-4$  (падение и повреждение насоса при погрузочно-разгрузочных операциях, действие ударных нагрузок на детали корпуса и ротора);  $\Delta U-6$  (несанкционированное попадание в полость крышки всасывания металлических предметов (при доставке насосов или монтаже) и их продвижение с потоком по проточным каналам). Возмущение  $\Delta U-4$  не проявляется (вектор «Нет»), поскольку во время приемки насоса не были обнаружены следы вмятин, сколов, деформаций и видимых следов задира лакокрасочного покрытия. Также отклоняется возмущение  $\Delta U-6$  на основании того, что после заводских приемосдаточных испытаний открытые патрубки насоса закрываются защитными щитами и пломбируются, т. е. попадание посторонних предметов внутрь насоса невозможно.

**Этап 3. Монтаж.** Также как и на этапе 2 (рис. 3) рассматриваются внешние возмущения  $\Delta U-4$  и  $\Delta U-6$ . Возмущение  $\Delta U-4$  отклоняется (рис. 4), так как из опроса рабочих, которые монтировали насос, следует, что не было падений с высоты или других силовых воздействий на него во время доставки из склада шахты на место установки. Возмущение  $\Delta U-6$  (рис. 4) не отклоняется, а переносится на вектор события «Не установлено» и учитывается в дальнейшем поиске причины отказа.

**Этап 4. Ввод в эксплуатацию и начальный период работы.** При вводе насоса в эксплуатацию и в начальный период его работы (4 ч) схема связи параметров и возмущений упрощается, учету подлежат только факторы, не отклоненные на этапах 1, 2 и 3 (рис. 4). Поскольку все выходные сигналы, выделенные в блоке 3 (см. рис. 2), по данным опроса



Рис. 4. Состояние системы на этапе 4.

обслуживающего персонала в указанный период времени были в норме, а насос находился в исправном, работоспособном состоянии, причинами, инициирующими отказ на этом этапе (по вектору «Не установлено»), могло стать попадание металлического предмета в насос при монтаже ( $\Delta U-6$ ) или при засасывании его через приемный клапан.

**Этап 5. Период, предшествующий аварийной остановке насоса.** После очередного пуска в зоне последней ступени появился металлический стук, после чего насос был остановлен. При его остановке не закрылся обратный клапан на напорном трубопроводе. Вследствие этого после прохождения волны гидравлического удара и разрушения приемного клапана насос начал раскручиваться в обратном направлении («турбинный режим»). Когда насос остановился, из обратного клапана извлекли фрагмент направляющего аппарата (участок стопора вращения, см. рис. 1, а).

Известно, что турбинный режим представляет большую опасность для секционных центробежных насосов типа ЦНС 300. Вращение ротора в обратном направлении сопровождается, как правило, изменением направления осевой нагрузки, действующей на ротор, и раскручиванием гайки ротора с резьбового участка вала. На рис. 5 дана оценка

действующих возмущений на этапе 5, позволяющая обоснованно распознать причины отказа.

Из анализа векторных связей следует, что причины, которые могли бы способствовать возникновению отказа на этом этапе, параметры (см. рис. 5):  $\Delta U-2$  (гидравлический удар после остановки насоса);  $\Delta U-3$  (обратное течение жидкости через насос, повлекшее изменение вращения ротора на обратное – «турбинный режим»);  $\Delta U-5$  (изменение направления действия осевой силы ротора, которое повлекло за собой вынужденное смещение рабочих колес относительно своего нормального положения).

Изменение действия осевой силы и смещение рабочих колес проявляется в большей части случаев при неполном закрытии обратного клапана и одновременного повреждения приемного клапана (например, отказ насосов серии ЦНС 300 на шахтах «Углегорская» в 2005 г. и «Бутовская» в 2006 г.).

Отказ может инициироваться следующими событиями:

а) гидравлический удар в трубопроводе ( $\Delta U-2$ ) с прохождением ударной волны по всему насосу и до приемного клапана. Следствие и результат – механическое ударное воздействие на ротор, его смещение в сторону нагнетания с большой ударной нагрузкой ( $\Delta U-5$ ), разрушение стенки направляющего аппарата;

б) обратное течение жидкости в трубопроводе и через насос из-за нарушения функционирования

обратного, а затем и приемного клапана ( $\Delta U-3$ ), обусловившее раскручивание ротора в обратном направлении и свинчивание гайки ротора; рабочие колеса сместились под действием обратных осевых нагрузок на более чем 10 мм (по замерам износа), разрушив контактным трением и ударными нагрузками стенку направляющего аппарата;

в) произвольное попадание металлического осколка во время монтажа насоса в патрубок крышек всасывания или нагнетания либо засасывание его через приемный клапан при эксплуатации стало причиной сколов и повреждений входных лопаток направляющих аппаратов и образования других металлических фрагментов. Их продвижение по проточной части от 1-й до 10-й ступени создало условия для попадания мелких осколков в заднюю камеру рабочего колеса, что и предопределило интенсивное изнашивание заднего диска рабочего колеса последней ступени.

Из анализа указанных возможных причин по поз. а), б) и в) следует, что наиболее достоверно проявление одновременно двух действующих факторов: с одной стороны, гидравлический удар в трубопроводе с прохождением ударной волны по всему насосу и механическое ударное действие на ротор, с другой – из-за нарушения функционирования обратного, а затем и приемного клапана возникновение обратного тока жидкости в трубопроводе и через насос, вызвавшего раскручивание ротора в обратном

направлении и свинчивание гайки ротора. Об этом свидетельствует характер хрупкого (ударного) разрушения стенки направляющего аппарата и положение гайки ротора на момент ее первоначальной фиксации при разборке (сдвинута в сторону заднего подшипника на два витка резьбы, внутренняя резьба частично смята).

Таким образом, причинами, инициирующими отказ насоса ЦНС 300-600 для рассмотренного случая на шахте им. М. И. Калинина, стали не конструктивные недостатки или некачественная сборка, а неблагоприятные эксплуатационные факторы, при воздействии которых работа насоса не допускается (гидравлический удар в трубопроводе с прохождением ударной волны по всему насосу, несрабатывание обратного клапана и возникновение обратного тока жидкости через насос).



Рис. 5. Состояние системы на этапе 5.

Предложенный авторами метод успешно использовался в 2005 – 2010 гг. при подтверждении или отклонении рекламаций от потребителя заводам-изготовителям на поставку шахтных насосов ЦНС 300, ЦНС 60, ЦНСК 180 для водоотливных и насосных установок угольным предприятиям (шахты «Угледорская», «Калиновская-Восточная», «Холодная Балка», «Советская», «Никанор-Новая», им. М. И. Калинина, «Ударник», «Интер-Инвест уголь», ПАО «Авдеевский КХЗ»).

**Выводы.** Полная разборка и осмотр деталей при установлении характера аварийных повреждений и поломок стационарных шахтных машин (насосов, компрессоров, вентиляторов) не всегда позволяют правильно распознать и установить причину отказа. Это нередко обусловлено многофакторностью воздействия на поврежденный элемент либо латентным, вне динамических нагрузок, характером влияния дефекта на состояние машины.

Предлагаемый авторами метод системного поиска и распознавания главной причины повреждения детали, инициирующей дальнейшее развитие и отказ машины в целом, базируется на параметрической идентификации всех внешних и внутренних воздействий на рабочие элементы.

При построении модели развития отказа принята векторная схема связи состояния системы (входных и выходных сигналов машины – мощность, давление, подача, положение ротора, потери через уплотнения, уровень вибрации, шума и др.) с конструктивными (внутренними) и внешними возмущениями.

Действие возмущения на состояние насоса отклоняется при условии развития события по вектору «Нет», а возмущение фиксируется и далее рассматривается как возможный инициатор отказа при условии развития по вектору «Да». Если событие оценивается по вектору «Не установлено», влияющее возмущение фиксируется на рассматриваемом этапе и переносится для анализа на следующий по времени этап. Выходные сигналы фиксируются по вектору состояния «Норма» или «Не норма».

При анализе в рамках этой модели используются четыре важных принципа, исключая неверное направление поиска: а) входные и выходные сигналы при неизменности количества и характеристик

возмущающих факторов во времени не изменяются, т. е. процесс эксплуатации происходит в стационарном и неопасном режиме; б) конструктивные возмущения, обусловленные некачественным изготовлением и сборкой, немедленно влияют на изменения выходных сигналов в начальный период эксплуатации машины; в) на всех этапах перемещения объекта от изготовителя до места эксплуатации возможны внешние возмущения, которые необходимо фиксировать и учитывать при идентификации характеристик отказа; г) для подтверждения адекватности принятой модели развития и возникновения отказа, кроме последовательного продвижения по схеме «Да – Нет» или вектору «Не установлено», решающее значение имеет также учет при анализе уже произошедшего на других однотипных машинах отказа с аналогичными характеристиками и причинами.

Алгоритм распознавания причин отказа состоит в системной фиксации связей всех неблагоприятных конструктивных и внешних негативных возмущений по не менее чем пяти этапам жизненного цикла машины и этапа ее разборки: приемо-сдаточные испытания; доставка; монтаж; ввод в эксплуатацию и начальный период работы; период, предшествующий аварийной остановке; разборка и поиск дефекта.

Предлагаемый авторами подход к поиску и распознаванию главной причины отказа стационарной машины позволяет достоверно и объективно установить общее состояние и характер развития процесса повреждения или поломки элемента, надежно идентифицировать конструктивные и эксплуатационные факторы, которые участвовали в этом событии.

Метод успешно использовался при подтверждении или отклонении рекламаций от потребителя заводам-изготовителям на поставку шахтных насосов ЦНС 300, ЦНС 60, ЦНСК 180 для водоотливных и насосных установок восьми угольных шахт и коксохимического завода.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Сырицын Т. А. Надежность гидро- и пневмопривода / Т. А. Сырицын. – М.: Машиностроение, 1981. – 216 с.
2. Основы технической диагностики. Модели объектов, методы и алгоритмы диагнозов / Под ред. П. П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1976. – Кн.1. – 461 с.

УДК 622.8:621.31



**А. Г. МНУХИН,**  
доктор техн. наук  
(МакНИИ)



**А. М. БРЮХАНОВ,**  
доктор техн. наук  
(МакНИИ)



**И. Г. СОДУХ,**  
инж.  
(МакНИИ)



**С. Я. МАХНО,**  
доктор физ.-мат. наук  
(Институт прикладной математики  
и механики НАН Украины)

## Необходимость проведения испытаний на взрывобезопасность рудничного электрооборудования с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»

*Проанализированы данные, полученные при испытаниях на взрывобезопасность оболочек рудничного взрывозащищенного электрооборудования напряжением от 12 до 1140 В постоянного и переменного тока. Приведены результаты расчетов давлений в режиме дугового короткого замыкания для различных групп электрооборудования. Доказано, что безопасность аппаратуры, предназначенной для работы во взрывоопасных средах, может быть обеспечена при условии проведения испытаний оболочек рудничного взрывобезопасного электрооборудования в режиме мощного дугового короткого замыкания.*

Практически с первых дней использования на шахтах электрической энергии возникла проблема, связанная с защитой окружающей среды (взрывоопасной метановоздушной) от поджигания ее электрической искрой. Особенно актуальна эта проблема для шахт, опасных по газу и пыли. Одним из источников возникновения электрической искры является электрооборудование. На шахтах, опасных по газу и пыли, должно использоваться электрооборудование с уровнем взрывозащиты не ниже рудничного взрывобезопасного исполнения [1]. Один из таких видов

взрывозащиты шахтного электрооборудования – взрывонепроницаемая оболочка. Функционирование этого специфического вида защиты, традиционного во всем мире, проверяют согласно указанному нормативному документу с помощью взрывных камер (фактически испытательных комплексов) различных конструкций и размеров, создаваемых индивидуально в каждой стране.

Такие испытания проводили последовательно в двух режимах: маломощного искрения (обычно от автомобильной свечи) и дугового короткого замыкания (к. з.). Полагали, что причиной первого режима могут быть в условиях производства, например, наличие утечек тока по изоляции, поверхностных разрядов, работа схем управления и т. п., а причиной второго режима могло послужить лишь дуговое короткое замыкание в испытываемом объекте от достаточно мощного силового источника. В целях упрощения процесса конструирования силового электрооборудования, а фактически снижения его стоимости, за рубежом стали отказываться от испытаний рудничного электро-

оборудования в режиме мощного дугового короткого замыкания из-за маловероятности возникновения короткого замыкания в оболочке в момент заполнения ее взрывоопасной смесью, в частности метановоздушной. Увеличение давления взрыва внутри оболочки при заполнении ее не только метановоздушной смесью, но и продуктами разложения пластмасс (пиролиза изоляции) в данном случае вообще не учитывали.

В особосложных и специфически тяжелых условиях угледобычи в Украине такие испытания обязательны [2]. Но до последнего времени для доказательства необходимости подобных испытаний и возможности отказа от них серьезной основы не было, а все применяемые решения по созданию безопасного электрооборудования (точнее его оболочек) опирались фактически на общие соображения.

МакНИИ в течение многих лет проводит испытания на взрывобезопасность оболочек рудничного взрывозащищенного электрооборудования различного назначения и конфигурации. Эти оболочки обеспечивают работу всех видов изделий для угольной промышленности при разном рабочем напряжении в сетях различной мощности. Возникла идея обобщить все данные испытаний для выбора обоснованных технических решений в части проектирования взрывобезопасных оболочек достаточно высокой надежности. Результаты предварительного анализа этих данных показывают, что наиболее эффективную и взвешенную оценку можно получить, используя для обработки имеющихся данных методы математической статистики высокого уровня [3–5] (корреляционный и регрессионный анализ). В качестве исходных данных для расчетов использованы следующие факторы (всего до 7 отделений на каждый образец): напряжение питания образца, В; объем отделения, л; давление взрыва без избыточного давления и  $CH_4 = 9...9,5\%$ , МПа; давление взрыва при избыточном давлении 0,06 МПа и  $CH_4 = 9...9,5\%$  (взрывоустойчивость), МПа; давление взрыва при избыточном давлении 0,06 МПа и  $CH_4 = 8...8,5\%$  (взрывонепроницаемость), МПа; давление при дуговом к. з., МПа.

Анализировали группы данных, полученных при испытаниях электрооборудования напряжением от 12 до 1140 В постоянного и переменного тока, общим количеством 1089 точек. Для оценки возможного корректного построения зависимостей между давлением взрыва при избыточном давлении, равном нулю и  $CH_4 = 9...9,5\%$  ( $X_3^1, X_3^2, X_3^3, X_3^4$ ) и давлением взрыва при дуговом к. з. (в данном случае  $X_6^1,$

$X_6^2, X_6^3$  и  $X_6^4$ ), были взяты во внимание матрицы коэффициентов парной корреляции, приведенные ниже ( $X$  – давление взрыва, нижний индекс – номер фактора, верхний индекс – номер отделения испытываемой оболочки).

$X_1=36 В$	$X_5^1$	$X_5^2$	$X_5^3$	$X_6^1$
$X_2^1$	0,003	0,45		
$X_2^2$	0,49	0,11		
$X_2^3$	0,81	0,69		
$X_3^1$	0,89	0,61	0,44	0,11
$X_3^2$	0,77	0,80	0,69	0,47
$X_3^3$	0,79	0,89	0,93	
$X_4^1$	0,23	0,99	0,92	0,11
$X_4^2$	0,47	0,89		0,47
$X_5^1$	1	0,77	0,51	0,23
$X_5^2$		1	0,75	0,47
$X_5^3$			1	
$X_6^1$				1

$X_1=127 В$	$X_5^1$	$X_5^2$	$X_5^3$	$X_6^1$	$X_6^2$	$X_6^3$
$X_2^1$	0,43	0,22	0,06	0,22	0,10	
$X_2^2$	0,17	0,57		0,11	0,22	
$X_2^3$				0,82	0,95	
$X_3^1$	0,96	0,53	0,69	0,02	-0,10	0,65
$X_3^2$	0,62	0,89	0,88	0,08	0,07	0,51
$X_3^3$	0,77	0,88	0,82	-0,09	-0,22	0,37
$X_4^1$	0,98	0,55	0,67	0,04	-0,19	0,67
$X_4^2$	0,63	0,91	0,88	0,07	0,08	0,53
$X_4^3$	0,49	0,73	0,71	-0,18	-0,17	0,22
$X_5^1$	1	0,59	0,68	0,12	-0,11	0,68
$X_5^2$		1	0,88	0,28	0,26	0,56
$X_5^3$			1	0,22	0,22	0,64
$X_6^1$				1	0,71	0,68
$X_6^2$					1	0,74
$X_6^3$						1

Исследование зависимостей между указанными ранее факторами показало, что функциональные связи весьма слабы (условны) и не могут быть непосредственно использованы для выбора режима испытаний (при дуговом к. з. или без дугового к. з.) оболочек рудничного взрывозащищенного электрооборудования различных классов по рабочему напряжению и функциональному назначению.

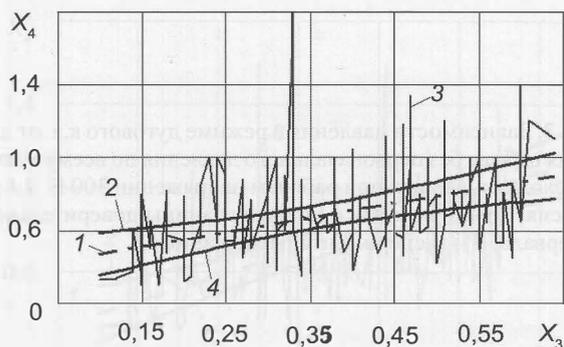
## БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

$X_1=220 \text{ В}$	$X_2^1$	$X_2^2$	$X_3^1$	$X_3^2$	$X_4^1$	$X_4^2$	$X_5^1$	$X_5^2$	$X_6^1$
$X_2^1$	1	0,96	0,56	0,35	0,51	0,34	0,61	0,89	0,06
$X_2^2$		1	0,38	0,10	0,38	0,10	0,55	0,80	0,04
$X_3^1$			1	0,80	0,99	0,86	0,99	0,92	0,27
$X_3^2$				1	0,77	0,99	0,90	0,90	0,11
$X_4^1$					1	0,83	0,99	0,88	0,28
$X_4^2$						1	0,95	0,94	0,12
$X_5^1$							1	0,88	0,09
$X_5^2$								1	0,38
$X_5^3$									1

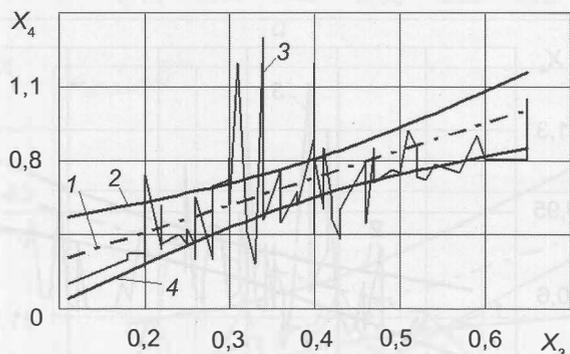
$X_1 = 300 \text{ В}$	$X_2^1$	$X_2^2$	$X_3^1$	$X_3^2$	$X_4^1$	$X_4^2$	$X_5^1$	$X_5^2$	$X_6^1$	$X_6^2$
$X_2^1$	1	0,52	0,50	0,70	0,52	0,67	0,56	-0,66	-0,14	-0,91
$X_2^2$		1	0,73	0,65	0,74	0,65	-0,76	0,67	-0,42	0,71
$X_3^1$			1	0,31	0,99	0,40	0,99	-0,44	0,75	-0,07
$X_3^2$				1	-0,34	0,97	-0,37	0,88	0,25	0,32
$X_4^1$					1	0,47	0,99	-0,44	0,73	-0,07
$X_4^2$						1	-0,45	0,96	0,16	0,40
$X_5^1$							1	0,50	0,73	-0,15
$X_5^2$								1	0,01	0,54
$X_6^1$									1	-0,01
$X_6^2$										1

### Результаты расчетов давлений в режиме дугового к. з.

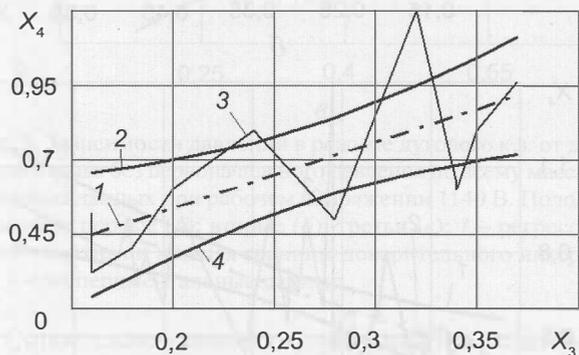
Напряже- ние пита- ния, В	Отделе- ния обо- лочка	Уравнение	Давление при $\rho_0 = 0 \text{ X}_3$ , МПа		Прогнозируемое давление при дуговом к. з. $X_4$ , МПа					
			min	max	Нижняя граница прогноза		Верхняя граница прогноза		Среднее значение прогноза	
					min	max	min	max	min	max
12 – 1140	1–5	$X_4 = 0,790 X_3 + 0,390$	0,10	0,64	0,37	0,73	0,57	1,06	0,47	0,90
	1	$X_4 = 1,147 X_3 + 0,297$	0,10	0,63	0,31	0,93	0,51	1,11	0,41	1,02
	2	$X_4 = 1,114 X_3 + 0,282$	0,11	0,65	0,24	0,85	0,57	1,16	0,40	1,00
	3	$X_4 = 1,095 X_3 + 0,278$	0,12	0,67	0,29	0,84	0,53	1,11	0,41	1,01
	4	$X_4 = 2,227 X_3 + 0,090$	0,16	0,37	0,45	0,91	0,65	1,11	0,45	0,91
127	1	$X_4 = 0,020 X_3 + 0,627$	0,18	0,73	0,50	0,56	0,68	0,74	0,63	0,64
	2	$X_4 = 0,122 X_3 + 0,588$	0,18	0,60	0,44	0,56	0,72	0,84	0,61	0,66
300	1	$X_4 = 0,807 X_3 + 0,345$	0,18	0,55	0,35	0,69	0,64	0,89	0,50	0,79
660	1	$X_4 = 0,790 X_3 + 0,450$	0,10	0,73	0,40	0,90	0,64	1,17	0,53	1,03
	2	$X_4 = 1,050 X_3 + 0,360$	0,10	0,63	0,31	0,88	0,62	1,16	0,47	1,02
	3	$X_4 = 1,030 X_3 + 0,340$	0,18	0,65	0,39	0,86	0,66	1,15	0,66	1,01
	4	$X_4 = 1,05 X_3 + 0,285$	0,20	0,55	0,39	0,75	0,60	0,98	0,79	0,86
1140	1	$X_4 = 1,030 X_3 + 0,340$	0,18	0,65	0,39	0,75	0,66	1,15	0,53	1,01
	2	$X_4 = 1,400 X_3 + 0,220$	0,10	0,70	0,05	0,86	0,67	1,44	0,40	1,10
	3	$X_4 = 0,518 X_3 + 0,150$	0,18	0,65	0,21	0,76	0,72	1,48	0,42	1,14



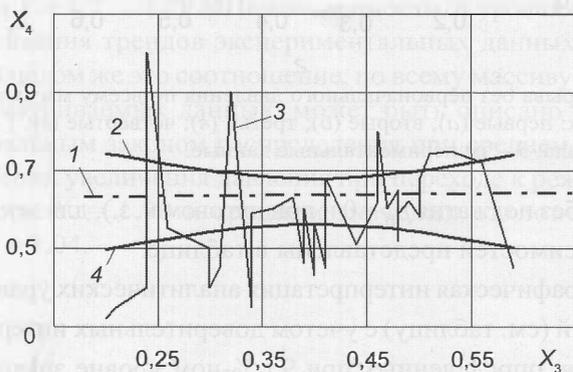
а



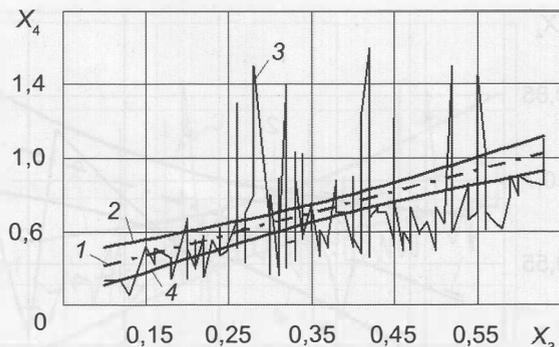
б



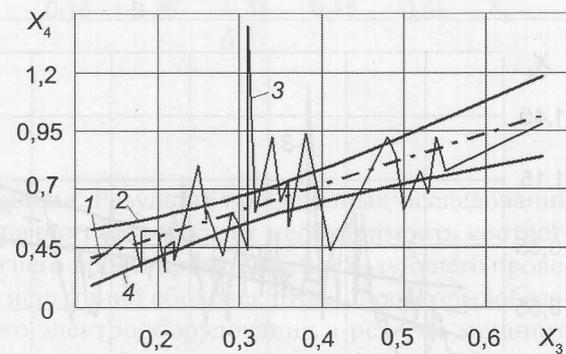
в



г



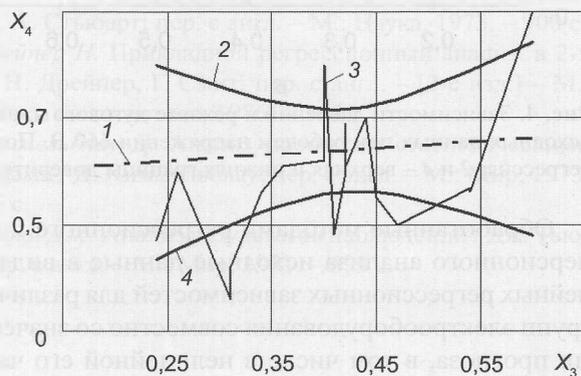
д



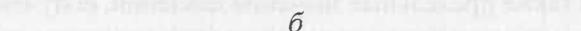
е

**Рис. 1.** Зависимость давлений в режиме дугового к. з. от давления взрыва без первоначального давления по всему массиву исходных данных (рабочее напряжение 12 – 1140 В). Полости оболочек: первые (а); вторые (б); третьи (в); четвертые (г); пятые (д): 1 – регрессия; 2 и 4 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала; 3 – экспериментальные данные.

**Рис. 2.** Зависимости давлений в режиме дугового к.з. от давления взрыва без первоначального давления по всему массиву исходных данных при рабочем напряжении 127 В. Полости оболочек: первые (а); вторые (б): 1 – регрессия; 2 и 4 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала; 3 – экспериментальные данные.



а



б

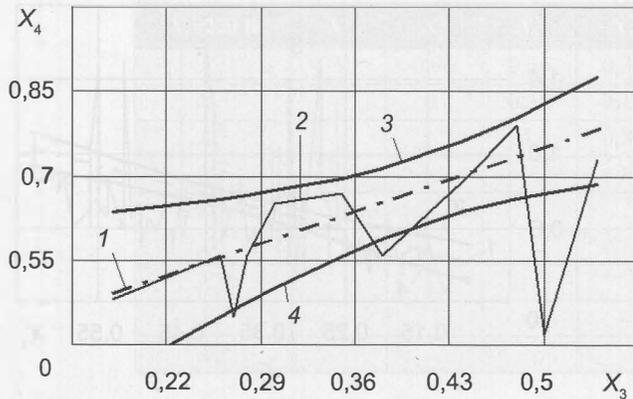


Рис. 3. Зависимости давления в режиме дугового к.з. от давления взрыва без первоначального давления по всему массиву исходных данных при рабочем напряжении 300 В: 1 – регрессия; 2 и 4 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала; 3 – экспериментальные данные.

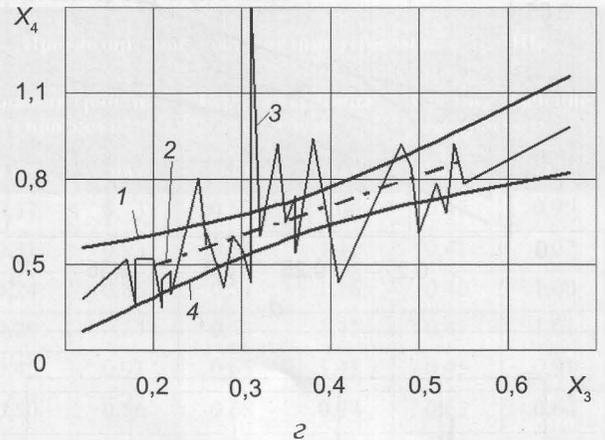
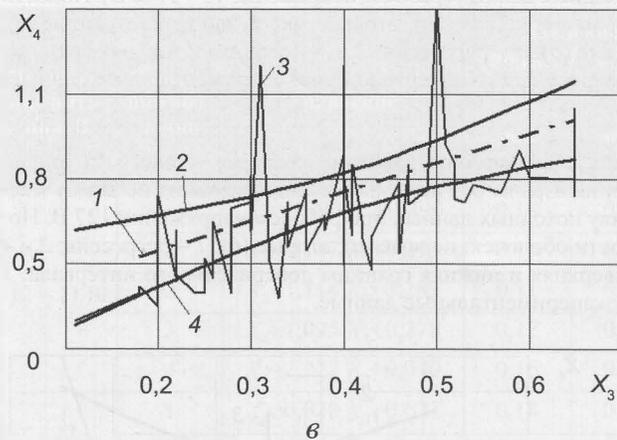
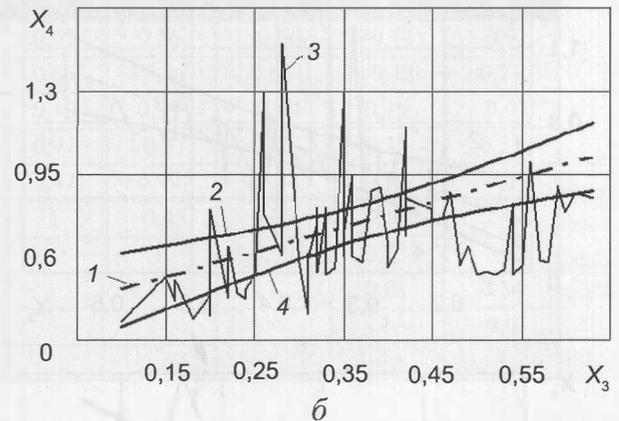
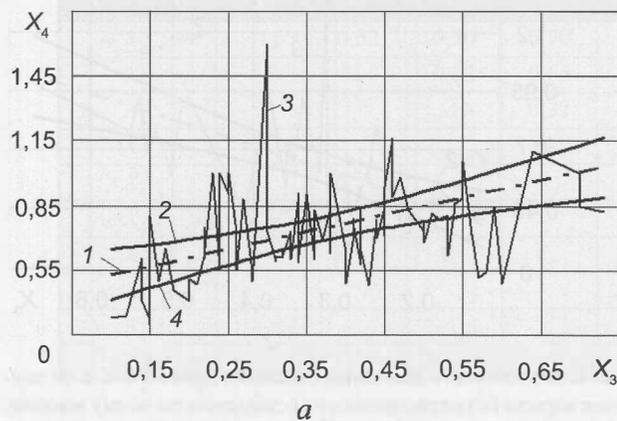
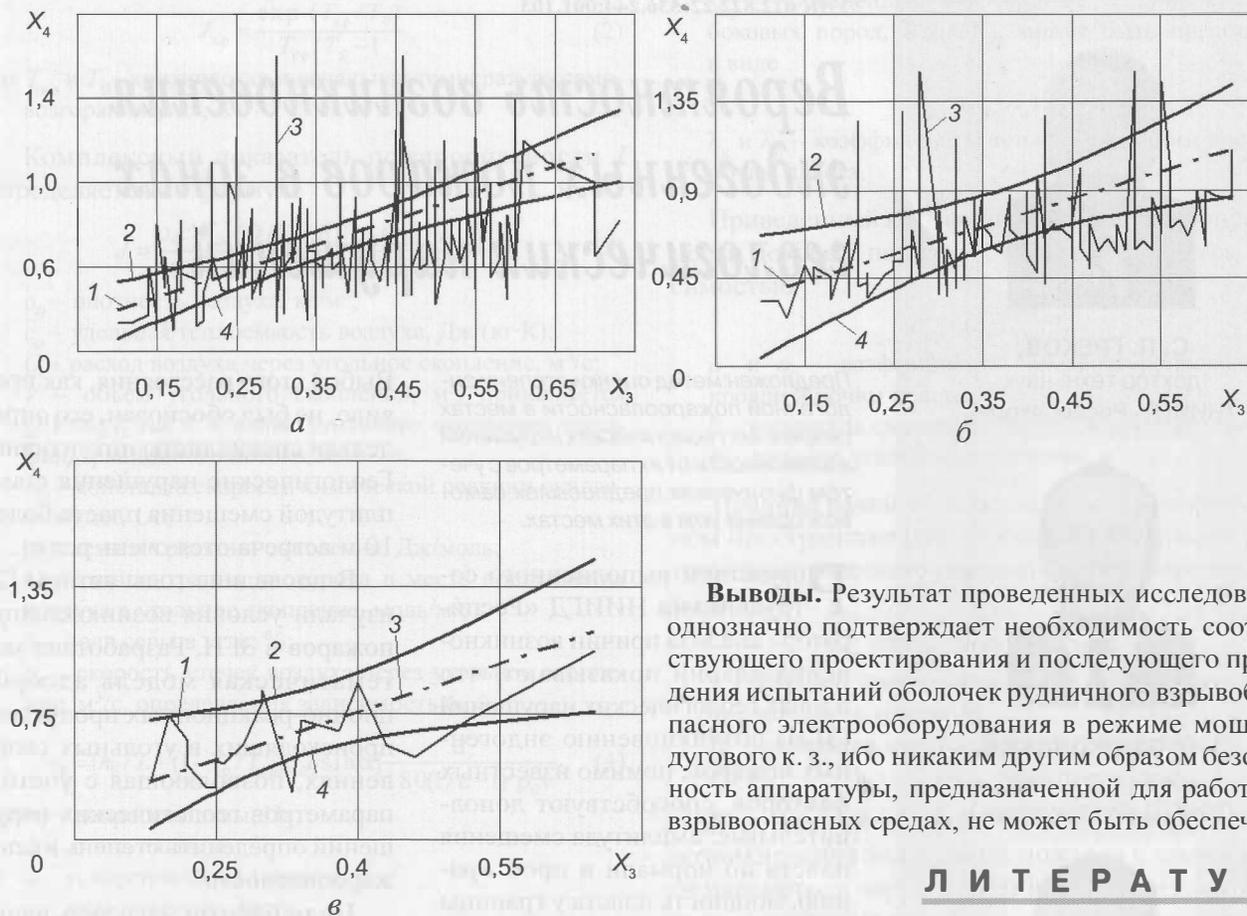


Рис. 4. Зависимости давлений в режиме дугового к.з. от давления взрыва без первоначального давления по всему массиву исходных данных при рабочем напряжении 660 В. Полости оболочек: первые (а); вторые (б); третьи (в); четвертые (г): 1 – регрессия; 2 и 4 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала; 3 – экспериментальные данные.

Обработанные методами регрессионного и дисперсионного анализа исходные данные в виде линейных регрессионных зависимостей для различных групп электрооборудования совместно со значениями прогноза, в том числе в нелинейной его части, а также предельные значения давлений, полученные опытным и расчетным путем (при исходном давлении без поджата  $p_0 = 0$  и при дуговом к.з.), для этих зависимостей представлены в таблице.

Графическая интерпретация аналитических уравнений (см. таблицу) с учетом доверительных интервалов, определенных при 95 %-ном уровне значимости, показаны на рис. 1 – 5.



**Рис. 5.** Зависимости давлений в режиме дугового к.з. от давления взрыва без первоначального давления по всему массиву исходных данных при рабочем напряжении 1140 В. Полости оболочек: первые (а); вторые (б); третьи (в): 1 – регрессия; 2 и 4 – верхняя и нижняя границы доверительного интервала; 3 – экспериментальные данные.

Сопоставляя данные таблицы, можно сделать вывод, что среднее значение увеличения давления при переходе к режиму к. з. составляет  $X_4/X_3$  и равняется  $\bar{X} = 1,7 \dots 1,79$  МПа в зависимости от уровня сглаживания трендов экспериментальных данных [6]. В целом же это соотношение, по всему массиву рассматриваемых данных, может быть описано нормальным законом распределения при среднем значении увеличения давления при переходе к режиму к. з.  $\bar{X} = 1,70$  и среднем значении отклонения  $\sigma = 1,04$ .

**Выводы.** Результат проведенных исследований однозначно подтверждает необходимость соответствующего проектирования и последующего проведения испытаний оболочек рудничного взрывобезопасного электрооборудования в режиме мощного дугового к. з., ибо никаким другим образом безопасность аппаратуры, предназначенной для работы во взрывоопасных средах, не может быть обеспечена.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Правила безпеки у вугільних шахтах*: НПАОП 10.0-1.01-10: затв. Держкомітетом України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010. – К., 2010. – 432 с.
2. *Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка»*: ГОСТ 22782.6-81. – [Действующий от 1982-07-01]. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 69 с. – (Государственный комитет СССР по стандартам).
3. *Кендалл М. Статистические выводы и связи* / М. Кендалл, А. Стьюарт; пер. с англ. – М.: Наука, 1973. – 900 с.
4. *Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ: в 2-х кн.* / Н. Дрейпер, Г. Смит; пер. с англ. – [2-е изд.] – М.: Финансы и статистика, 1986. – 366 с.
5. *Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами* / Д. Химмельблау; пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 957 с.
6. *Тьюки Дж. Анализ результатов наблюдений* / Дж. Тьюки пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 693 с.



**С. П. ГРЕКОВ,**  
доктор техн. наук  
(НИИГД «Респиратор»)



**П. С. ПАШКОВСКИЙ,**  
доктор техн. наук  
(НИИГД «Респиратор»)



**А. А. ВСЯКИЙ,**  
инж.  
(НИИГД «Респиратор»)

## Вероятность возникновения эндогенных пожаров в зонах геологических нарушений

*Предложен метод оценки степени эндогенной пожароопасности в местах разрывных геологических нарушений в зависимости от их параметров с учетом физических предпосылок самовозгорания угля в этих местах.*

Результаты выполненного сотрудниками НИИГД «Респиратор» анализа причин возникновения аварий показывают, что в зонах геологических нарушений (ЗГН) возникновению эндогенных пожаров, помимо известных факторов, способствуют дополнительные: амплитуда смещения пласта по нормали и простирацию, мощность пласта у границы плоскости сместителя, угол, образованный плоскостью сместителя и плоскостью пласта, расстояние от остановленного очистного забоя до плоскости сместителя непереходимого геологического нарушения.

Обработка статистических данных, маркшейдерской и геологической документации по геологическим нарушениям позволила авторам [1] установить характерную особенность ведения горных работ в условиях шахт Центрального района Донбасса. Как правило, геологические нарушения с амплитудой смещения пласта по нормали до 2 м пересекались горными работами. В тех случаях, когда амплитуда смещения пласта превышала 2 м, горные работы прекращали на различном расстоянии от нарушения.

Выбор этого расстояния, как правило, не был обоснован, его определяли специалисты интуитивно. Геологические нарушения с амплитудой смещения пласта более 10 м встречаются очень редко.

В последние годы авторы [2] изучали условия возникновения пожаров в ЗГН. Разработана математическая модель адсорбционно-реакционных процессов, происходящих в угольных скоплениях, позволяющая с учетом параметров геологических нарушений определить степень их пожароопасности.

**Цель работы** – изучить влияние параметров геологических нарушений на пожароопасность для разработки метода расчета группы эндогенной пожароопасности пластов в ЗГН.

На основании теоретических исследований, проведенных авторами статьи, и изучения авторами работы [1] причин реально возникших пожаров изучено влияние амплитуды смещения пластов по вертикали и простирацию, концентраций кислорода в районе скопления угля на вероятность возникновения пожаров  $P$  в ЗГН, которую определяем по зависимости

$$P = 1 - \exp(-J_{кр}/J), \quad (1)$$

где  $J_{кр}$  – критическое значение комплексного показателя пожароопасности, определяемого по формуле

$$J_{кр} = \frac{\exp(T_{кр}/T_0)}{T_{кр}/T_0 - 1}, \quad (2)$$

где  $T_{кр}$  и  $T_0$  – критическая и начальная температура самовозгорания угля, К.

Комплексный показатель пожароопасности  $J$  определяется по формуле

$$J = \frac{\rho_0 c_p T_0 (Q/V + B) [1 + Q/(VK_0)]}{q_\tau C_0 Q/V(1 + 0,2S)}, \quad (3)$$

$\rho_0$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$c_p$  – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К);

$Q$  – расход воздуха через угольное скопление, м<sup>3</sup>/с;

$V$  – объем угольного скопления, м<sup>3</sup>, принимается  $Q/V = v_0/l$ , где  $l$  – длина угольного скопления вдоль фильтрационного потока, м;

$K_0$  – константа скорости химической реакции окисления угля, 1/с;

$q_\tau$  – теплота реакции окисления, Дж/моль;

$C_0$  – концентрация кислорода в месте поступления воздуха в угольное скопление, моль/м<sup>3</sup>;

$S$  – доля серы в угле, %;

$v_0$  – скорость утечек воздуха через угольное скопление, м<sup>3</sup>/с, определяемая зависимостью

$$v_0 = [h_0/L + (1 - T_0/T_{кр})\rho_0 q \sin \alpha] \frac{d_r^2}{180(1/\varepsilon - 1)^2 \rho_0 v}, \quad (4)$$

где  $h_0$  – депрессия лавы, Па;

$L$  – длина лавы, м;

$q$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$\alpha$  – угол падения пласта, ...°;

$d_r$  – диаметр частиц угля в скоплении, м, определяемый зависимостью

$$d_r = d_0/D_p, \quad (5)$$

где  $d_0$  – первоначальный диаметр частиц угля до дробления, м;

$D_p$  – дробимость угля.

Коэффициент порозности скопления угля  $\varepsilon$  определяется по формуле

$$\varepsilon = 0,48/(1 - D_p/75); \quad (6)$$

$v$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха, м<sup>2</sup>/с.

Параметр, учитывающий теплопотери через боковую поверхность угольного скопления  $B$ , определяется зависимостью

$$B = 2k_\tau(1/f + 1/b)/c_p \rho_0, \quad (7)$$

$k_\tau$  – коэффициент нестационарного теплообмена, Вт/(м<sup>2</sup>·К), определяется по формуле

$$k_\tau = \frac{\lambda_{пр}}{R} \left( 0,375 + \frac{R}{\sqrt{24\pi a_{пр} \tau}} \right); \quad (8)$$

$\lambda_{пр}$  – приведенный коэффициент теплопроводности боковых пород, Вт/(м·К), может быть представлен в виде

$$\lambda_{пр} = (\lambda_k + \lambda_n)/2, \quad (9)$$

$\lambda_k$  и  $\lambda_n$  – коэффициенты теплопроводности кровли и почвы пласта.

Приведенный коэффициент температуропроводности боковых пород  $a_{пр}$ , м<sup>2</sup>/ч, определяется зависимостью

$$a_{пр} = (a_k + a_n)/2, \quad (10)$$

$a_k$  и  $a_n$  – коэффициенты температуропроводности кровли и почвы пласта;

$b$  – амплитуда смещения пласта по простиранию, м;

$R$  – диаметр угольного скопления, м.

Толщина пачки угля, оставляемого в выработанном пространстве при пересечении горными работами геологического нарушения,  $f$ , м, определяется по формуле

$$f = \gamma m + (1 - \gamma)(m + H - |m - H|)/2; \quad (11)$$

$\gamma$  – объемная доля технологических потерь угля, 1;

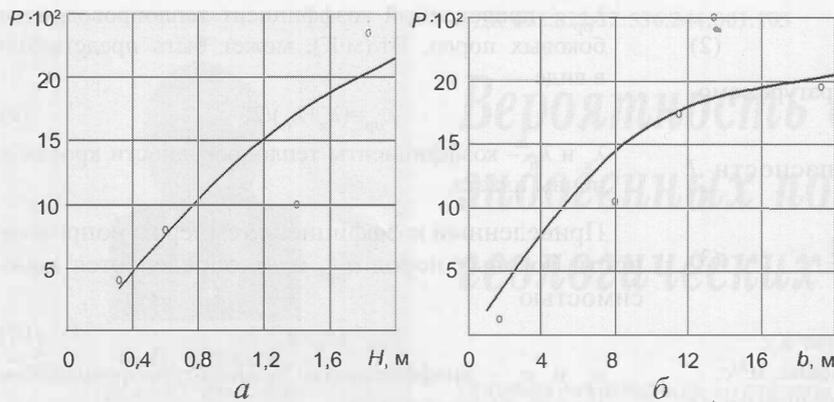
$m$  – мощность пласта, м;

$H$  – амплитуда смещения пласта по нормали к пласту, м.

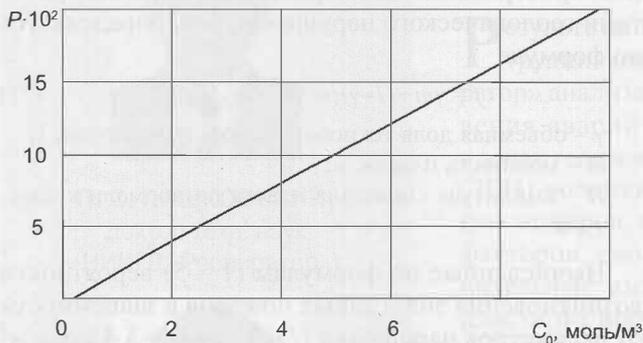
Вычисленные по формулам (1 – 5) вероятности возникновения эндогенных пожаров в зависимости от параметров нарушения  $H$  и  $b$  при  $C_0 = 3,4$  моль/м<sup>3</sup> представлены на рис. 1.

Возрастание вероятности возникновения эндогенных пожаров (рис. 1, а) указывает на то, что с увеличением амплитуды смещения надвига, взброса, сброса пласта при выполнении очистных работ резко ухудшаются условия ведения их в зоне влияния геологического нарушения. Происходят завалы лав, обрушения уступов, высыпание угля. В большинстве случаев при пересечении нарушений горными работами невозможно полностью извлечь уголь, особенно у плоскости сместителя. При посадке кровли оставленные целики угля раздавливаются, обрушаются в завальную часть выработанного пространства. Это ведет к наполнению разрыхленным углем выработанной части лавы и возникновению пожара.

Аналогично установлена зависимость эндогенных пожаров от амплитуды смещения пласта по простиранию (рис. 1, б). На графике видно, что с увеличением амплитуды смещения пласта по простиранию вероятность возникновения пожаров резко возрастает. Объяснить это можно тем, что при выполнении очистных работ в зоне геологического нарушения смещенные крылья пласта обрушиваются



**Рис. 1.** Теоретическая кривая и статистические данные [1] зависимости вероятности возникновения пожаров от амплитуды смещения пласта по нормали (а) и по простиранию (б).



**Рис. 2.** Зависимость вероятности возникновения эндогенных пожаров в ЗГН от концентрации кислорода в утечках воздуха.

в выработанное пространство, создаются скопления разрыхленного угля, что при благоприятных условиях ведет к возникновению пожара.

Наименее изученным и трудноопределяемым параметром, существенно влияющим на вероятность возникновения пожаров в ЗГН, является содержание кислорода в утечках воздуха, проходящих через места скопления разрыхленного угля. Выполненные в НИИГД «Респиратор», ГП ДонУГИ, ИГД им. А. А. Скочинского исследования [3, 4] показывают, что содержание кислорода может колебаться для различных случаев в широких пределах, но, как правило, уменьшается с увеличением расстояния от забоя.

Результаты выполненного в работе [3] анализа изменения концентрации кислорода,  $C$ , моль/м<sup>3</sup>, в вы-

работанном пространстве лав по мере удаления от очистного забоя позволяют предложить зависимость в виде

$$C = C_0 \exp[-1,34 \cdot 10^{-2} \omega \tau], \quad (12)$$

где  $\omega$  – скорость продвижения линии очистного забоя, м/сут;

$\tau$  – время, сут.

Расчет вероятности возникновения пожаров в местах геологических нарушений при нередко встречающихся значениях их параметров  $H = 0,3$  м и  $b = 10$  м, с изменением  $C$  представлен на рис. 2.

Из данных рис. 2 следует, что вероятность пожаров в ЗГН почти

линейно зависит от концентрации кислорода. В каждом случае по данным шахты о значениях  $H$ ,  $b$  и  $C$  она может быть вычислена по изложенной выше методике.

**Вывод.** Полученные зависимости позволяют уточнить метод оценки эндогенной пожароопасности зон геологических нарушений, и на их основании разработать пожаробезопасные условия горных работ.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шайтан И. А. Зависимость возникновения эндогенных пожаров от амплитуды смещения пласта по нормали и простиранию в зонах геологических нарушений / И. А. Шайтан, М. В. Чуприна // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. / НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2009. – Вып. 46. – С. 101 – 103.
2. Греков С. П. Группа эндогенной пожароопасности угольных пластов в зонах геологических нарушений / С. П. Греков, И. Н. Зинченко, В. И. Карманов // Горноспасательное дело: сб. науч. труд. / НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2009. – Вып. 46. – С. 101 – 103.
3. Оценка критических условий самовозгорания угля / [С. П. Греков, А. Е. Калюский, В. К. Костенко, Н. А. Ерагин] // Горноспасательное дело: сб. науч. труд. / НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2009. – Вып. 46. – С. 101 – 103.
4. Морев А. М. Воспламенение метановоздушной смеси в шахтах при обрушении крепких песчаников / А. М. Морев, С. Е. Чирков // Безопасность труда в промышленности. – 2009. – № 2. – С. 22 – 24.

# Цикличность распределения малоамплитудных разрывных нарушений угольных пластов

*Показана закономерная изменчивость количества малоамплитудных дизъюнктивных нарушений угольного пласта в зависимости от расстояния до крупно- и среднеамплитудных разрывов угленосной толщи на примере поля шахты «Суходольская-Восточная». Установлено, что изменение количества дизъюнктивных нарушений носит циклический характер.*

**П**роблема повышения полноты и достоверности выявления малоамплитудной разрывной тектонической нарушенности сохраняет свою актуальность не только на стадии разведки, но и в процессе эксплуатации угольных месторождений. Реально достигнутая разрешающая способность традиционных технических средств обнаружения разрывных нарушений составляет 5 – 10 м по их вертикальной амплитуде, что совершенно недостаточно для обеспечения потребностей угледобывающих предприятий при организации планового и безопасного ведения очистных и подготовительных горных работ.

Разрывная и складчатая нарушенности являются проявлением одного процесса – деформации угленосной толщи, только в первом случае – в хрупком виде, а во втором – в пластичном [1]. Поэтому интенсивность малоамплитудных дизъюнктивных нарушений определяется наличием средне- и крупноамплитудных дизъюнк-

тивных нарушений, а также крупных пликативных структур.

Для разработки методики прогноза малоамплитудной разрывной нарушенности угольных пластов большое значение имеет изучение закономерностей пространственного взаиморасположения малоамплитудных дизъюнктивных нарушений, их пространственной ориентировки и приуроченности к более крупным тектоническим формам на эксплуатируемых площадях: в шахтных условиях при проведении горных выработок, в геолого-разведочных скважинах по керну при анализе первичного фактического материала.

На основе данных шахтной геологической службы Донбасса [2] были установлены закономерности положения малоамплитудных разрывов. Однако эта работа характерна лишь качественным подходом к решению проблемы. Некоторые исследователи [3] при попытке установить закономерные связи между малоамплитудными и крупными разрывами угленосной толщи Кузбасса указывали на приуроченность малоамплитудных разрывов к любым перегибам (синклинального, антиклинального, флексурного типов), а также на то, что разрывы развиваются по преобладающим системам трещин.



**С. И. ШАБЕЛЬНИКОВ,**  
инж.

(Краснодонский инженерный ф-т  
Донбасского ГТУ)



**Л. Е. ПОДЛИПЕНСКАЯ,**

канд. техн. наук  
(Донбасский ГТУ)



**В. Е. ЛИСИЦА,**

канд. геолог. наук  
(Донбасский ГТУ)

На примере Селезневского углепромышленного района исследовались особенности тектонических структур северного крыла Донбасса [4, 5]. Авторы пришли к следующим выводам:

малоамплитудная разрывная нарушенность проявляется в основном в виде надвигов и реже сбросов и представлена двумя системами: субпараллельной крупным надвигам и субперпендикулярной, приуроченной к местам резкого перегиба складок;

малоамплитудные разрывы имеют значительное развитие и, как правило, повторяют формы более крупных разрывов.

При изучении малоамплитудной тектоники Донецко-Макеевского района [6] малоамплитудные разрывы были объединены в «тектонополосы», установлены ориентировка главных сжимающих напряжений, возникающих в угленосной толще, а также линейная зависимость между интенсивностью малоамплитудных разрывов и разрывов больших амплитуд.

Отличительная особенность рассматриваемых работ состоит в том, что результаты исследований основываются на информации о малоамплитудных разрывных нарушениях, зафиксированных на небольших (до 1 км) расстояниях от крупных и средних разрывов. Поэтому актуальным остается выявление взаимосвязи между малоамплитудными дизъюнктивными нарушениями и крупными и средними разрывами на основе более обширной информации.

Цель настоящей статьи – на основании фактических данных горно-геологической документации шахты «Суходольская-Восточная» определить общую тенденцию распределения малоамплитудных разрывов по отношению к крупным и средним разрывным нарушениям угольного пласта в пределах Краснодонского угленосного района и установить зависимость их пространственного взаиморасположения.

Поле шахты «Суходольская-Восточная» расположено в пределах мелкоскладчатой полосы северной окраины Донецкого бассейна и почти полностью охватывает южное пологое крыло Суходольской (Гундоровской) синклинали. Ось синклинали простирается в широтном направлении. Сравнительно спокойные пликативные формы строения рассматриваемой площади осложнены крупным дизъюнктивным нарушением – Дуванным надвигом. Лежащее крыло этого надвига принято за естественную границу западной части поля шахты.

Стратиграфическая амплитуда Дуванного надвига изменяется как по падению, так и по простиранию от 30 до 170 м.

Для изучения изменения частоты встречи малоамплитудных нарушений по мере удаления от Дуванного надвига на планы горных работ были перенесены все малоамплитудные дизъюнктивные нарушения, выявленные в процессе проведения горных выработок, и через них проведены линии, параллельные простиранию сместителя Дуванного надвига, вплоть до оси Суходольской синклинали. Затем по направлению  $I - I'$  ( $L = 5$  км), проведенному вкрест простирания линиям, соединяющим малоамплитудные разрывы, отложены 26 точек их пересечения. Схема поля шахты «Суходольская-Восточная» с линиями малоамплитудных разрывов (линии проявления тектонической активности в угольном пласте) показана на рис. 1.

В результате получены два сопряженных между собой динамических ряда:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_N\}$  и  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n, \dots, y_N\}$ , где  $x_n$  – расстояние между  $n$ -й линией малоамплитудных разрывов и Дуванным надвигом по направлению  $I - I'$ ;  $y_n$  – расстояние между  $n$ -й и  $(n - 1)$ -й линиями малоамплитудных разрывов. Зависимость расстояний между линиями малоамплитудных разрывов по направлению  $I - I'$  ( $Y$ ) и расстояний от Дуванного надвига до линий малоамплитудных разрывов ( $X$ ) приведена на рис. 2.

Анализируя данные, приведенные на рис. 2, можно сделать вывод о том, что изменение количества малоамплитудных нарушений, а также расстояний между ними по мере удаления от Дуванного надвига происходит по многомерной траектории. Это в свою очередь позволяет выдвинуть гипотезу о существовании в ней циклической составляющей. Для подтверждения гипотезы был применен метод разложения динамического ряда на компоненты, получивший название Singular Spectrum Analysis (SSA) – «Гусеница» [7].

Метод SSA предназначен для исследования структуры временных рядов (в данном случае динамических рядов) и совмещает в себе достоинства многих других методов, в частности метода анализа Фурье и регрессионного анализа. Метод состоит в преобразовании одномерного ряда в многомерный с помощью однопараметрической сдвиговой процедуры, в анализе главных компонент сингулярного разложения полученной многомерной траектории

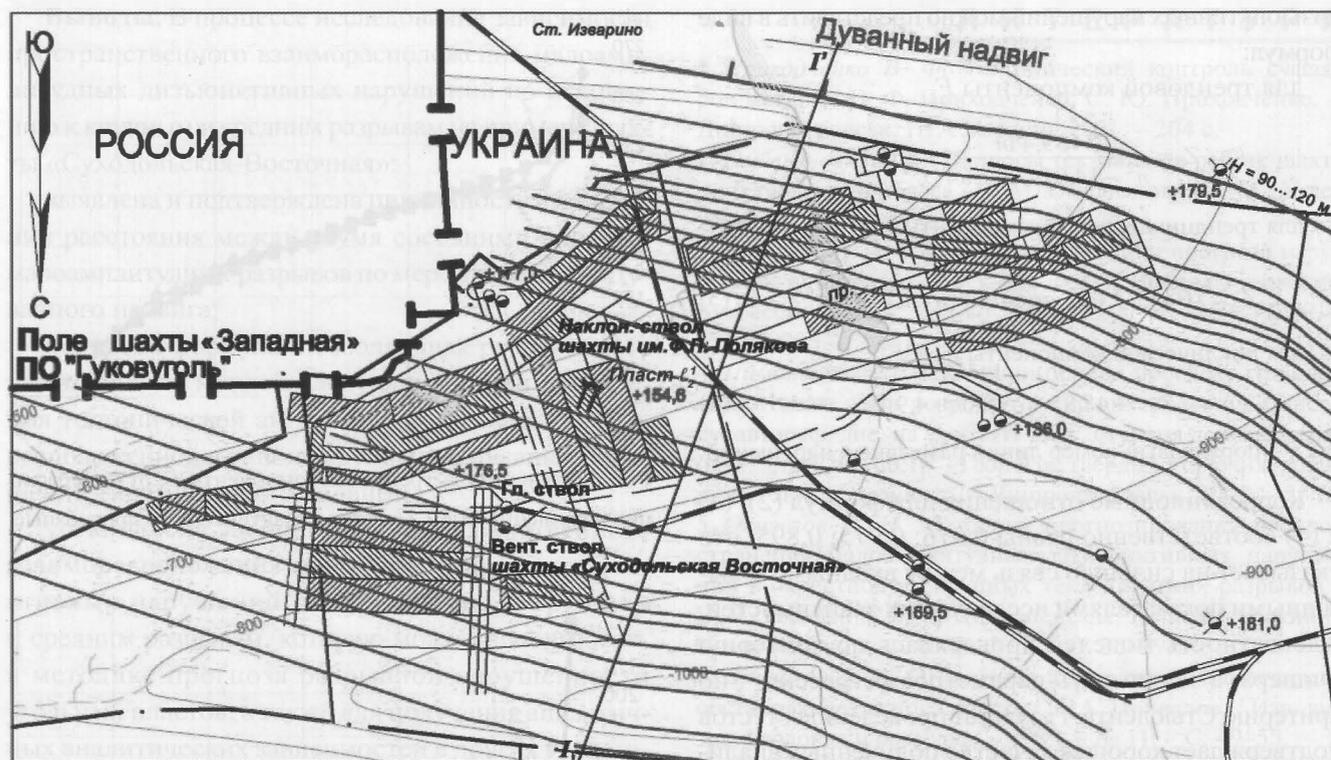
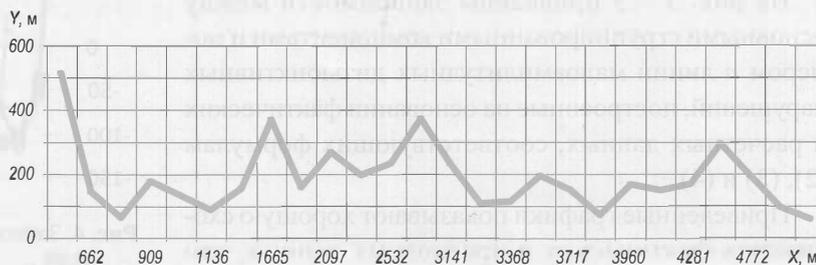


Рис. 1. Схема поля шахты «Суходольская-Восточная» с линиями малоамплитудных разрывов.

Рис. 2. Зависимость расстояний между линиями малоамплитудных разрывов по направлению I-I' (Y) и расстояний от Дуваного надвига до линий малоамплитудных разрывов (X).



в восстановлении (аппроксимации) ряда по выбранным главным компонентам.

Результатом применения метода является разложение исходного ряда на простые компоненты: медленные тренды, трендциклические и циклические компоненты.

Рассмотрим ряд  $Y$ . Спектральный анализ ряда показал наличие в нем циклическости с периодом  $L = 13$ . Методом SSA выявлены пять главных компонент, суммарный вклад которых ( $F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$ ) в общую сумму ряда  $Y$  составляет около 95 %.

Анализ собственных частот сингулярного разложения многомерной траектории ряда и вида графиков компонент  $F_1 - F_5$  позволяет классифицировать компоненты следующим образом:  $F_1$  – трендовая компонента;  $F_2$  и  $F_3$  – пара трендциклических низкочастотных компонент с периодом  $T_1 = 13$  и частотой  $\omega_1 = 2\pi/13 = 0,48$ ;  $F_4$  и  $F_5$  – пара циклических высокочастотных компонент с периодом  $T_2 = 5$  и частотой  $\omega_2 = 2\pi/5 = 1,3$ .

Объединяя соответствующие пары компонент, получим следующее представление аппроксимации исходного ряда  $Y$ :

$$F = Z_1 + Z_2 + Z_3, \quad (1)$$

где  $Z_1 = F_1$ ;  $Z_2 = F_2 + F_3$ ;  $Z_3 = F_4 + F_5$ .

Следующий шаг метода SSA – аналитическое описание объединенных компонент. Используя аналитическое представление функций, параметры которых вычислялись с помощью регрессионного анализа, соотношения между основными сгруппированными компонентами и номером линии малоамплитудных

дизъюнктивных нарушений можно представить в виде формул:

для трендовой компоненты  $F_1$

$$Z_1 = \frac{2439,41n}{n^2 - 44,81n - 47,64} + 267,12, \quad (2)$$

для трендциклической компоненты  $F_2 + F_3$

$$Z_2 = 768,83 \cdot 1,05^n \cdot \cos[0,48(n+1,55)] / n^{1,44}, \quad (3)$$

для циклической компоненты  $F_4 + F_5$

$$Z_3 = -48,85 \cdot \cos(1,3n + 4,94), \quad (4)$$

где  $n$  – порядковый номер линии разрывных нарушений.

Корреляционные отношения для формул (2), (3) и (4) соответственно равны 0,976; 0,975; 0,895, что указывает на сильную связь между входными и выходными показателями исследуемых зависимостей. Адекватность моделей проверялась по критерию Фишера, а значимость параметров регрессии – по критерию Стьюдента. Результат проведенных тестов подтверждает хорошее качество полученных аналитических зависимостей.

На рис. 3 – 5 приведены зависимости между основными сгруппированными компонентами и номером  $n$  линии малоамплитудных дизъюнктивных нарушений, построенные на основании фактических и расчетных данных, соответствующих формулам (2), (3) и (4).

Приведенные графики показывают хорошую сходимость фактических и прогнозных данных, что подтверждает правильность построенных аналитических моделей (2), (3) и (4).

Подставляя выражения (2), (3) и (4) в уравнение (1), с помощью функции восстановленных компонент получим окончательную формулу аппроксимации ряда  $Y$

$$F = \frac{2439,41n}{n^2 - 44,81n - 47,64} + 267,12 + \frac{768,83 \cdot 1,05^n \cdot \cos[0,48(n+1,55)]}{n^{1,44}} - 48,85 \cdot \cos[1,3(n+71,47)], \quad (5)$$

где  $n$  – порядковый номер малоамплитудного разрыва в порядке удаления от крупного дизъюнктивного нарушения (Дуванного надвига);

$F(n)$  – расстояние между  $n$ -й и  $(n-1)$ -й линиями малоамплитудных разрывов.

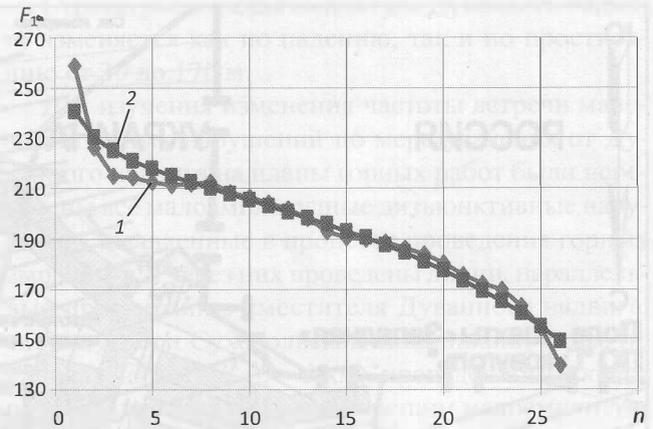


Рис. 3. Зависимость трендовой компоненты  $F_1$  от номера линии нарушений  $n$ : 1 и 2 – данные фактические и прогнозные.

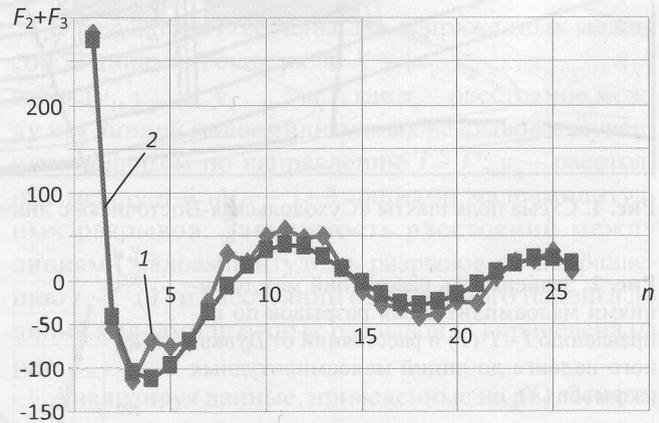


Рис. 4. Зависимость трендциклической низкочастотной компоненты  $F_2 + F_3$  от номера линии нарушений  $n$ : 1 и 2 – данные фактические и прогнозные.

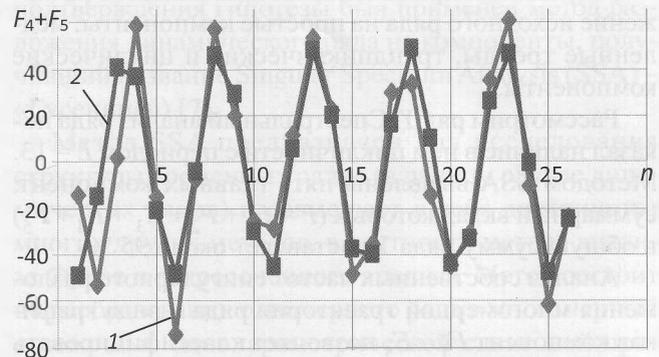


Рис. 5. Графики высокочастотных компонент  $F_4 + F_5$ : 1 и 2 – данные фактические и прогнозные.

**Выводы.** В процессе исследования зависимости пространственного взаиморасположения малоамплитудных дизъюнктивных нарушений по отношению к крупным и средним разрывам на примере шахты «Суходольская-Восточная»:

выявлена и подтверждена цикличность в изменении расстояния между двумя соседними линиями малоамплитудных разрывов по мере удаления от Дуванного надвига;

получена формула, позволяющая рассчитывать расстояния до каждой следующей линии проявления тектонической активности в угольном пласте, расположенной в районе крупных разрывных нарушений типа Дуванного надвига;

установлена зависимость пространственного взаиморасположения малоамплитудных дизъюнктивных нарушений по отношению к крупным и средним разрывам, которую можно использовать в методике прогноза разрывной нарушенности угольных пластов, а также для получения аналогичных аналитических зависимостей в других геолого-промышленных районах.

1. Приходченко В. Ф. Тектонический контроль суфляров метана / В. Ф. Приходченко, С. Ю. Приходченко. – Дніпропетровськ: НГА України, 2001. – 204 с.
2. Омелянович В. М. Вопросы тектоники в работе шахтного геолога Донбасса / В. М. Омелянович. – М.: Углетехиздат, 1957. – 96 с.
3. Белицкий А. А. К разработке методики прогноза нарушенности шахтных полей Кузбасса // Вопросы геологии Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1959. – Т. 99. – С. 280–295.
4. Пимоненко Л. І. Тектонічні основи прогнозу гірничо-геологічних умов розробки вугільних родовищ Донбасу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора геол. наук: спец. 04.00.16 «Геологія твердих горючих копалин» / Л. І. Пимоненко. – Дніпропетровськ, 2005. – 25 с.
5. Окалелов В. Н. Методика прогнозирования распространения малоамплитудных дизъюнктивных нарушений в окрестностях крупных тектонических разрывов / В. Н. Окалелов, Л. Е. Подлипенская, Е. Ф. Шкурский // Уголь Украины. – 2004. – № 3. – С. 36–39.
6. Привалов В. А. О прогнозе тектоногазодинамической обстановки угольного пласта / В. А. Привалов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1985. – № 11. – С. 49–55.
7. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: прогноз временных рядов: Учеб. пособие. – СПб., 2004. – 52 с.

## Уголь Украины

– это единственный в отрасли научно-технический, производственный и экономический журнал для специалистов угольной промышленности. Журнал рассчитан на инженерно-технических работников шахт, разрезов, шахтостроительных организаций, обогатительных фабрик, заводов угольного машиностроения, научно-исследовательских и проектных организаций.

**Выписывайте журнал «Уголь Украины»**

УДК 550.83



**М. М. ДОВБНИЧ,**  
доктор геол. наук  
(Национальный  
горный университет)



**А. И. КОМПАНЕЦ,**  
инж.  
(УкрНИМИ НАН Украины)



**Я. В. МЕНДРИЙ,**  
инж.  
(Национальный  
горный университет)



**И. А. ВИКОСЕНКО,**  
инж.  
(Национальный  
горный университет)

## Перспективы геофизики и геомеханики при прогнозе зон тектонических деструкций углепородного массива

*На примере 3D сейсморазведочных данных, полученных в пределах поля шахты «Краснолиманская», показана возможность атрибутивного анализа сейсмических данных и геомеханического моделирования как инструмента повышения эффективности геолого-геофизических исследований при изучении горно-геологических условий и гарантировании безопасности ведения горных работ.*

Прогноз зон тектонических деструкций углепородного массива – важнейшая задача угольной геологии на всех этапах эксплуатации месторождений. И если тектонические нарушения большой и средней амплитуды достаточно уверенно картируются на этапе разведки по данным бурения, то малоамплитудные и безамплитудные зоны обычно устанавливаются лишь в процессе ведения горных работ. Горно-геологические условия добычи при этом осложняются и создается реальная опасность для шахтеров.

Обеспечение безопасности – главная промышленно-функциональная проблема угледобывающих предприятий. Именно поэтому разработка и внедрение инновационных технологий прогнозирования зон тектонических деструкций углепородного массива весьма актуальны. Успешное решение этих вопросов, с одной стороны, позволяет повысить безопасность ведения горных работ,

а с другой – прогнозировать зоны скопления свободного метана, что открывает новые перспективы в освоении нетрадиционных источников углеводородов, ранее недоступных.

Применение геофизических методов – приоритетное направление при прогнозе тектонических нарушений. Сейсморазведка как ведущий геофизический метод занимает лидирующие позиции в изучении областей деструкции геологической среды тектонического генезиса. Мировой опыт и перспективы его применения в Украине рассмотрены в работе [1].

Зоны нарушения сплошности среды со значительными амплитудами смещений достаточно хорошо проявляются в волновом поле и визуально уверенно прослеживаются. Их выделение не требует дополнительных процедур анализа сейсмических данных. В то же время малоамплитудные и безамплитудные зоны тектонических деструкций хотя и находят отражение в волновом поле, но их прогноз крайне субъективен и неоднозначен. В этих условиях обязательным является применение специальных вычислительных алгоритмов, ориентированных на усиление аномальных эффектов в волновом поле, обусловленных зонами тектони-

ческих деструкций. Существует широкий спектр подходов, использующих в качестве поискового признака отдельные особенности проявления зон нарушений сплошности среды в волновом поле [2].

Одно из динамично развивающихся направлений исследовательской деятельности коллектива кафедры геофизических методов разведки Национального горного университета – разработка новых подходов к моделированию и прогнозированию эффектов, возникающих в осадочной толще при ее деформировании в ходе тектонической эволюции. В настоящей работе для изучения областей потенциальных зон нарушения сплошности углепородного массива использован подход расчета когерентности сейсмических данных, реализованный в авторском пакете обрабатывающих программ (разработчик Я. В. Мендрий). Не претендуя на изучение внутреннего строения, оценки степени проницаемости и флюидонасыщенности таких зон, данный подход, тем не менее, позволяет проследить системы зон тектонических деструкций на участке исследований, а в ряде случаев сделать выводы об их генезисе.

В качестве меры когерентности авторы приняли отношение первого собственного значения ковариационной матрицы к общей энергии записи (преимущества показаны в статье [3]). Оценка когерентности обычно выполняется из предположения о горизонтальности осей синфазности, т. е. без учета наклонов границ. Для данных с наклонными отражающими границами это ведет к заведомо ложным результатам. В целях повышения эффективности вычислений и геологической содержательности в настоящей работе используются наклонно-управляемые алгоритмы, разработанные авторами. Для учета наклона рефрактора предложено вычислять когерентность вдоль аппроксимирующей поверхности, наличие которой позволяет рассчитывать дополнительную характеристику – кривизну. Этот параметр также можно рассматривать как признак проявления тектонических деструкций в волновом поле [4].

В качестве примера реализации описанного подхода при прогнозе зон тектонических деструкций углепородного массива рассмотрим результаты переинтерпретации полевых 3D сейсмических материалов, полученных на поле шахты «Краснолиманская». Работы выполнялись по решению государственной комиссии по исследованию причин и ликвидации последствий аварии, произошедшей на шахте «Краснолиманская» 23 мая 2008 г. Исследования, проводившиеся в режиме научной коопе-

рации исследовательских и производственных организаций (УкрНИМИ НАН Украины, Приднепровская геофизическая разведочная экспедиция и др.), – уникальный для Украины геофизический эксперимент в условиях шахт. Полученные исходные полевые материалы целесообразно использовать в качестве тестовых при внедрении различных подходов прогнозирования зон тектонических деструкций в условиях угольных месторождений.

Площадь выполнения 3D сейсморазведочных работ расположена в пределах блока шахтного поля, сильно осложненного дизъюнктивными нарушениями. Некоторые из них имеют значительную амплитуду и были зафиксированы буровыми работами на этапе разведки. Заметим, что многие вопросы о деталях тектонической модели исследуемой территории остаются открытыми.

На рассматриваемой площади проведены 3D сейсморазведочные работы по технологии площадной съемки методом общей глубинной точки с использованием продольных волн. Применялась наиболее распространенная методика типа «крест» с центральной симметричной расстановкой сейсμοприемников. Номинальная кратность перекрытия составила 36 при размере бина  $10 \times 10$  м. В результате обработки получен куб суммарного волнового поля на площади  $3,6 \times 1,5$  км<sup>2</sup>.

В процессе исследований рассчитаны кубы когерентности и кривизны (рис. 1). Используя информацию о гипсометрии угольного пласта  $I_3$  для более детального анализа аномальных эффектов от зон тектонических деструкций, построено сечение кубов данных атрибутов вдоль указанного пласта (рис. 2).

Совместный анализ срезов когерентности и кривизны позволяет достаточно уверенно проследить зоны тектонических деструкций в пределах территории исследования. При этом выделяются как нарушения сплошности со значительной амплитудой смещений, так и малоамплитудные зоны. Важно отметить, что прогнозируемые зоны хорошо подтверждаются результатами проведенных позже горных работ (рис. 3, а).

Геологическая среда подвержена воздействию механических силовых полей различной природы и, как следствие, находится в некотором напряженно-деформированном состоянии. В общем случае в любой точке геологической среды действует два независимых силовых поля: литостатическое, обусловленное весом вышележащих пород, и тектоническое, определяющее протекание разномасштабных тектонических процессов [5]. Очевидно, что одной из важ-

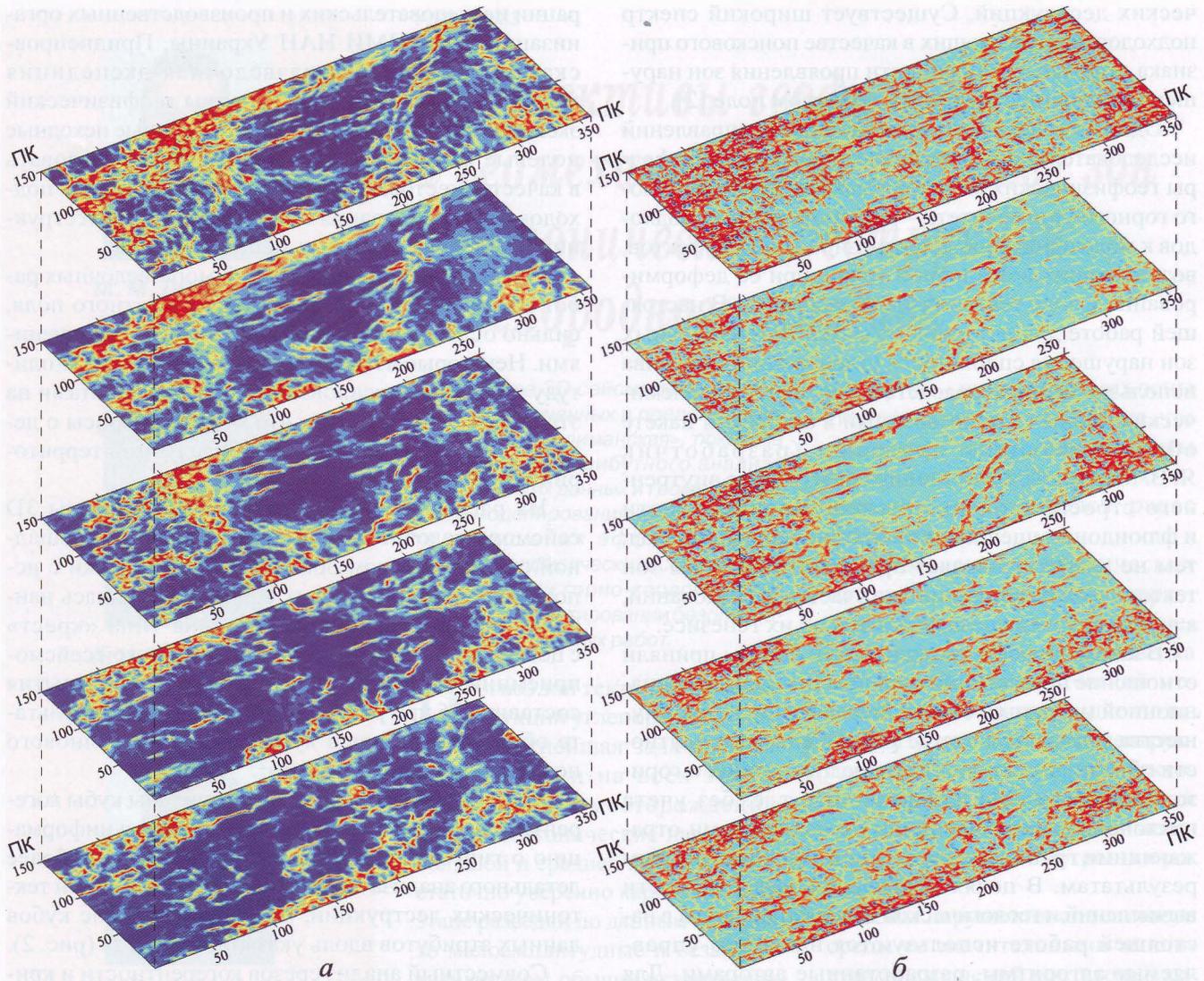


Рис. 1. Горизонтальные сечения куба когерентности (а) и кривизны (б).

нейших характеристик, определяющих формирование зон тектонических деструкций, является напряженно-деформированное состояние геологической среды тектонической природы. Существует широкий спектр причин, обуславливающих возникновение тектонических напряжений. Особую роль играют тектонические напряжения, связанные с деформационными процессами в осадочной толще.

Сейсморазведка – единственный геофизический метод, позволяющий, с одной стороны, выполнить детальные структурные построения исследуемой толщи, где находят отражение суммарные деформации, которые испытывала геологическая среда в ходе своей эволюции от осадконакопления до проявления современной неотектоники, а с другой – на осно-

ве анализа скоростей распространения упругих волн и плотности дать весьма точную информацию об упругих свойствах среды [6]. Подобная информация, в свою очередь, позволяет построить геомеханическую модель, представляющую собой структурную модель с заданными упругими свойствами. Как следствие, появляется информация, необходимая для оценки напряженно-деформированного состояния среды, обусловленного протекающими в ней деформационными процессами. Однако в условиях угольных месторождений она является «экзотической». В то же время отличительная особенность разведки угольных месторождений – относительно высокая степень их изученности буровыми работами. Как следствие, имеется априорная информация

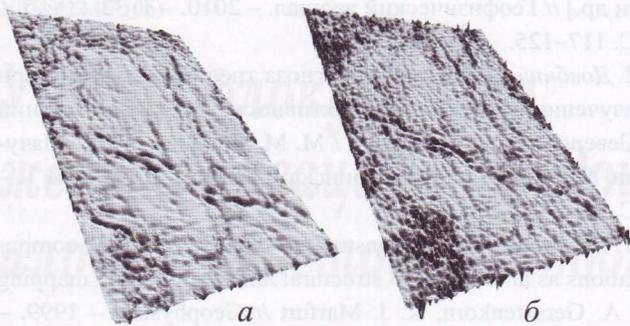


Рис. 2. 3D модели сечения куба когерентности (а) и куба кривизны (б) по пласту  $l_3$ .

В структурно-тектонических моделях исследуемых площадей, которая может стать основой для предварительной оценки напряженно-деформированного состояния углеродного массива, обусловленного протекающими в нем деформационными процессами. Это даст возможность локализовать участки для постановки детальных геофизических исследований.

Указанный подход позволяет выполнять оценку напряжений, связанных с протекающими в ней деформационными процессами, в рамках упругой изотропной модели среды [7, 8]. С привлечением данных о гипсометрии пласта  $l_3$  была получена схема

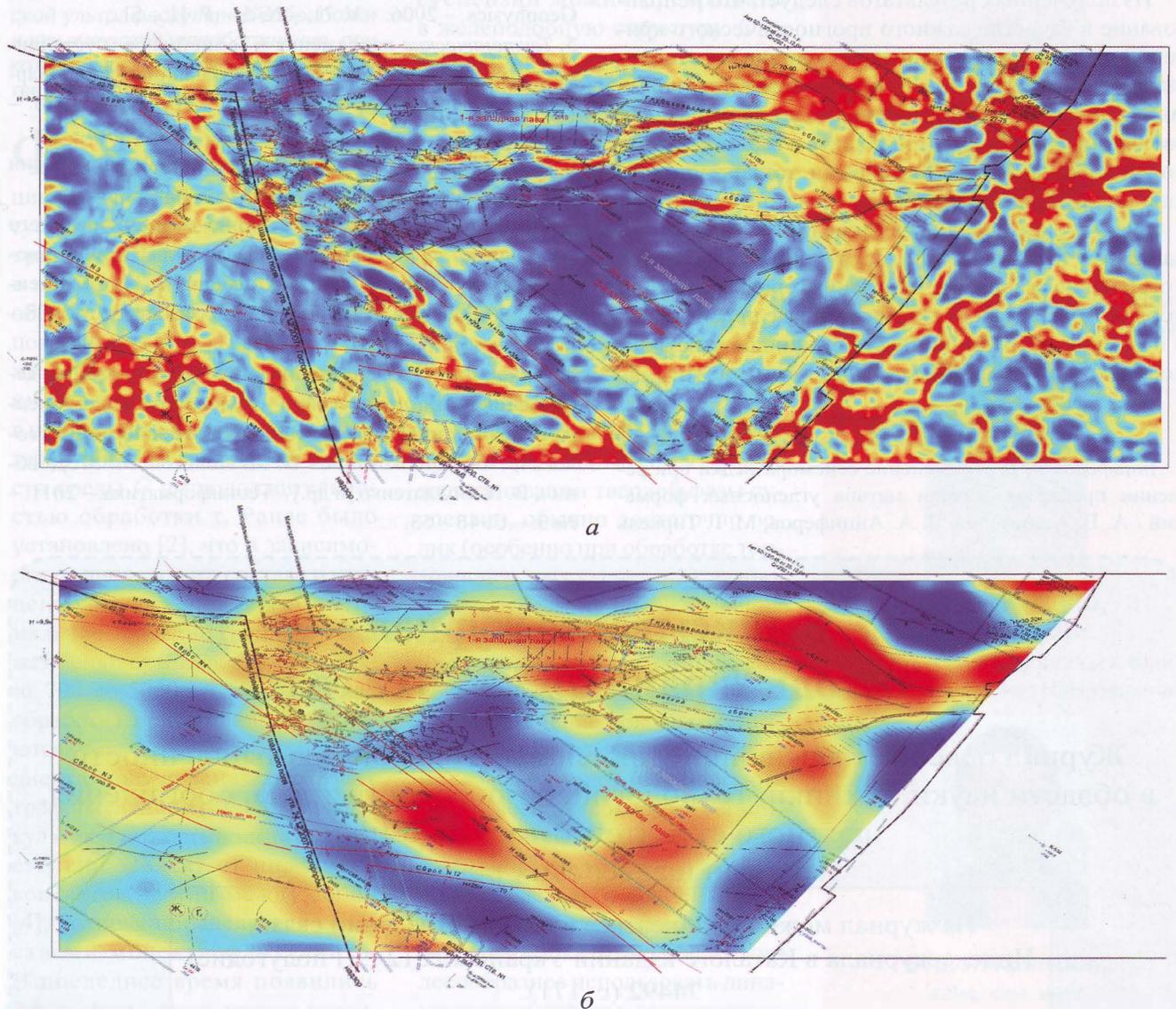


Рис. 3. Схема сопоставления среза когерентности (а) и интенсивности скалывающих тектонических напряжений (б) с выкопировкой из плана горных работ по пласту  $l_3$ .

интенсивности скальвающих тектонических напряжений по пласту (рис. 3, б).

Комплексный анализ результатов геомеханического моделирования и сейсмических данных, направленный на выделение потенциальных зон нарушения сплошности среды, дает основание сделать **выводы** о связи прогнозируемых областей дезинтеграции с аномалиями механических напряжений, обусловленных деформационными процессами в осадочной толще. Таким образом, можно сформулировать возможные механизмы генезиса этих зон и скорректировать тектоническую модель рассматриваемой структуры.

Из полученных результатов следует, что использование в качестве важного прогностического критерия информации о данных моделирования и прогнозирования эффектов, возникающих в осадочной толще при ее деформировании в ходе тектонической эволюции, повысит достоверность и геологическую содержательность локализации зон нарушения сплошности углепородного массива.

Применение передовых технологий прогнозирования зон тектонических деструкций способствует повышению безопасности ведения горных работ при добыче угля, а также открывает новые перспективы в освоении нетрадиционных источников углеводородов, которые ранее были недоступны.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Анциферов А. В. Применение сейсморазведки при решении проблемы добычи метана угленосных формаций / А. В. Анциферов, В. А. Анциферов, М. Г. Тиркель

[и др.] // Геофизический журнал. – 2010. – Т. 32. – № 5. – С. 117–125.

2. Довбнич М. М. Опыт прогноза трещиноватых зон при изучении нефтегазоперспективности юрских отложений Северо-Западной Сибири / М. М. Довбнич, М. С. Мачула, Я. В. Мендрий // Геоинформатика. – 2010. – № 1. – С. 50–57.

3. Gersztenkorn A. Eigenstructure based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping / A. Gersztenkorn, K. J. Marfurt // Geophysics. – 1999. – V. 64. – № 5. – P. 1468 – 1479.

4. Al-Dossary S. 3D volumetric multispectral estimates of reflector curvature and rotation / S. Al-Dossary, K. J. Marfurt // Geophysics. – 2006. – V. 71. – № 5. – P. 41 – 51.

5. Тектонические напряжения в земной коре и устойчивость горных выработок / [И. А. Турчанинов, Г. А. Марков, В. Н. Иванов, А. А. Козырев]. – Л.: Наука, 1978. – 254 с.

6. Козлов Е. А. Модели среды в разведочной сейсмологии / Е. А. Козлов. – Тверь: ГЕРС, 2006. – 480 с.

7. Довбнич М. М. Оценка напряженно-деформированного состояния углепородного массива на основе структурно-скоростных моделей / М. М. Довбнич, В. П. Солдатенко, А. А. Бобылев // Геотехническая механика. – 2008. – Вып. 80. – С. 97 – 101.

8. Полохов В. М. Геомеханическое моделирование деформационных процессов в осадочной толще: оценка напряженно-деформированного состояния и его геологическое истолкование / В. М. Полохов, М. М. Довбнич, В. П. Солдатенко [и др.] // Геоинформатика. – 2011. – № 3. – С. 46 – 53.

## Выписывайте журнал «Уголь Украины» на 2012 год

Журнал освещает важнейшие проблемы угольной промышленности в области науки, техники, технологии, безопасности труда, обогащения, шахтного строительства, экономики, экологии шахтерских регионов.

На журнал можно подписаться в любом отделении связи.  
Индекс журнала в Каталоге изданий Украины 2012 г. (I полугодие)  
74492 (с. 171).

# Ультрафлокулярная желатинизация твердой фазы иловых хвостов углеобогащения

*Определены наиболее эффективные флокулянты, их дозы и оптимальные условия реагентной и гидродинамической ультрафлокулярной обработки иловых хвостов углеобогащения, при которых достигается желатинизация твердой фазы.*

**Ф**локуляция – процесс, способствующий интенсификации обезвоживания техногенных суспензий седиментацией и фильтрацией. Важным элементом в применении флокулянтов для обработки иловых суспензий, как показано в работе [1], является режим гидродинамической обработки суспензии после введения в нее раствора флокулянта, характеризующийся градиентом скорости среды  $G$  и продолжительностью обработки  $\tau$ . Ранее было установлено [2], что в зависимости от дисперсного состава и концентрации суспензии  $C$  оптимальное значение градиента может меняться в широких пределах: от 700 до 5000  $\text{с}^{-1}$ . Флокулярная обработка, при которой используются столь большие значения градиента, получила название «ультрафлокуляция» [3]. Размер флокул и их плотность в значительной степени зависят от прочности контактов частиц между собой [4], которая определяется свойствами молекул флокулянта. В последнее время появились флокулянты, столь прочно связывающие частицы, что при оптимальных дозировке и режиме ги-

дродинамической обработки суспензий дисперсную фазу суспензий можно превращать в желеподобную структуру. Она легко отдает воду и пригодна для транспортировки и складирования обычными механическими средствами в целях дальнейшего ее обезвоживания в естественных условиях. Преимущество применения таких желатинизирующих флокулянтов заключается в том, что вместо дорогостоящих радикальных сгустителей и пресс-фильтров можно использовать недорогие пруды-осветлители по принципу гидростола.

Поскольку расход флокулянта, при котором достигается эффект желатинизации твердой фазы суспензии, обычно достаточно велик (особенно при обработке тонкодисперсных суспензий), важно, чтобы суспензия после введения в нее раствора флокулянта была подвергнута гидродинамической обработке в оптимальном режиме [5]. Применение обычных статических миксеров в таких случаях малоэффективно, так как в них практически невозможно регулировать градиент скорости среды, зависящий от постоянно меняющегося расхода и концентрации потока обрабатываемой суспензии. Опыт показывает [6], что целесообразнее использовать динамические миксеры, позволяющие быстро менять градиент скорости среды и время обработки в зави-



**Н. Н. РУЛЕВ,**  
доктор хим. наук  
(Институт биокolloидной химии  
им. Ф. Д. Овчаренко НАН Украины)



**В. Я. КОРОЛЕВ,**  
инж.  
(Институт биокolloидной химии  
им. Ф. Д. Овчаренко НАН Украины)



**О. В. КРАВЧЕНКО,**  
канд. хим. наук  
(Институт биокolloидной химии  
им. Ф. Д. Овчаренко НАН Украины)



**В. В. ЛУКЬЯНОВА,**  
канд. хим. наук  
(Университет экономики и права  
«КРОК»)

симости от концентрации и расхода суспензии. Это позволяет минимизировать расход дорогостоящего флокулянта и стабилизировать высокое качество обработки суспензии.

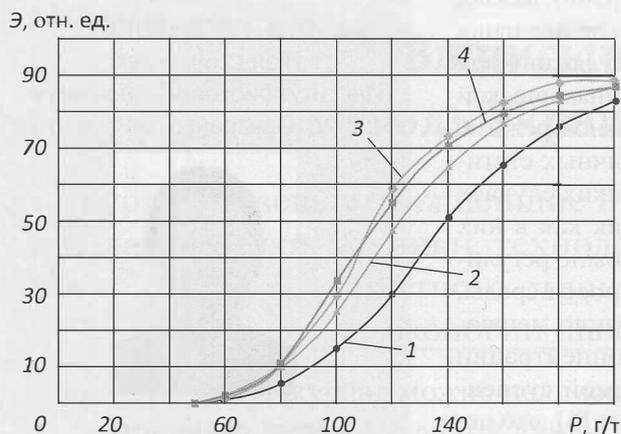
Цель настоящей работы – определение оптимальных условий (реагентных и гидродинамических) ультрафлокулярной обработки иловых хвостов углеобогащения, образующихся на предприятии «Угольные технологии ОФ», при которой достигается эффект желатинизации твердой фазы.

Исследования проводили с помощью прибора «УльтрафлокТестер-2010», которым измеряли эффективность флокуляции суспензии (относительный размер флоккул) в зависимости от расхода флокулянта  $P$  и градиента скорости среды  $G$  [2, 6]. Качество желатинизации твердой фазы суспензии определяли путем измерения ее влагосодержания после отделения от водной фазы на сетке с ячейками 0,5 мм в течение 1 мин.

Для флокуляции иловых хвостов углеобогащения использовали анионные флокулянты.

К высокоэффективным флокулянтам относятся «Rheomax 9080», «AN 956 SH», «AN 945», к эффективным – «Praestol 2530», «Rheomax 9040», «Magnafloc 155», «Magnafloc 919», к малоэффективным – «Rheomax 9010», «Rheomax 9050», «Rheomax 9060», к неэффективным – «Magnafloc 525», «Magnafloc 351».

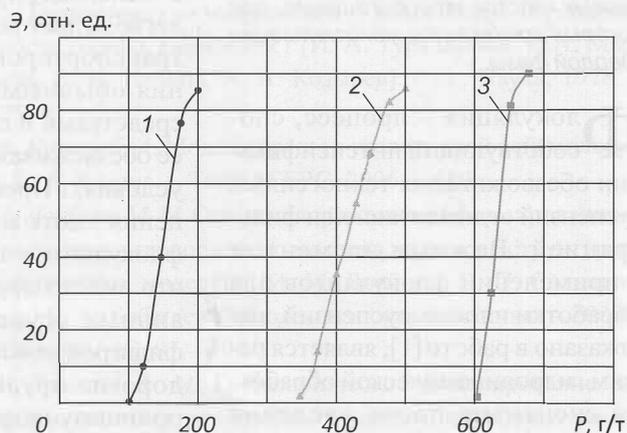
Зависимость эффективности флокуляции от расхода наиболее эффективных флокулянтов экспериментальными точками показана на рис. 1 ( $C = 50$  г/л,  $G = 1500$  с<sup>-1</sup>,  $\tau = 6$  с). Было установлено, что наибольшей флокулирующей способностью по отноше-



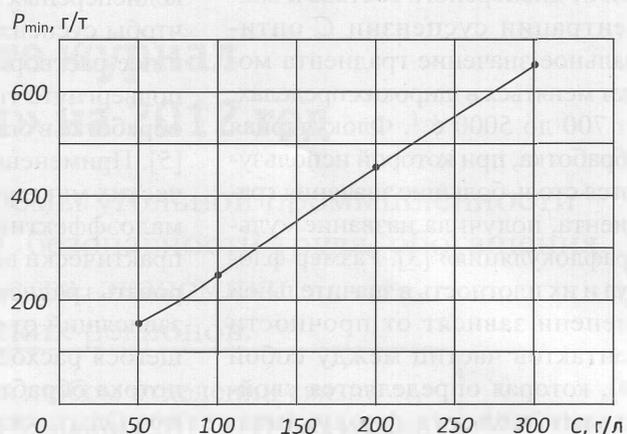
**Рис. 1.** Зависимость относительной эффективности флокуляции  $\mathcal{E}$  иловых отходов углеобогащения от расхода  $P$  наиболее эффективных флокулянтов: 1 – «Praestol 2530»; 2 – «AN 945»; 3 – «Rheomax 9080»; 4 – «AN 956 SH».

нию к исследуемым образцам иловых хвостов обладают продукты фирмы SNF – «AN-905SH» и фирмы BASF – «Rheomax 9080». Так как последний из упомянутых флокулянтов оказался одним из лучших желатинизаторов твердой фазы суспензии, все дальнейшие исследования проводили только с ним.

Расход флокулянта существенно зависит от концентрации твердой фазы суспензии, поэтому были проведены исследования зависимости флокулирующей способности флокулянта «Rheomax 9080» при обработке суспензий с разной концентрацией твердой фазы. Из полученных результатов (рис. 2 и 3) следует, что расход флокулянта «Rheomax 9080», при котором достигается эффект желатинизации, линей-



**Рис. 2.** Зависимость относительной эффективности флокуляции  $\mathcal{E}$  иловых отходов углеобогащения от расхода  $P$  флокулянта «Rheomax 9080» при оптимальных значениях градиента скорости среды и различной концентрации твердого в суспензии, г/л: 1, 2, 3 – соответственно 100, 200, 300.



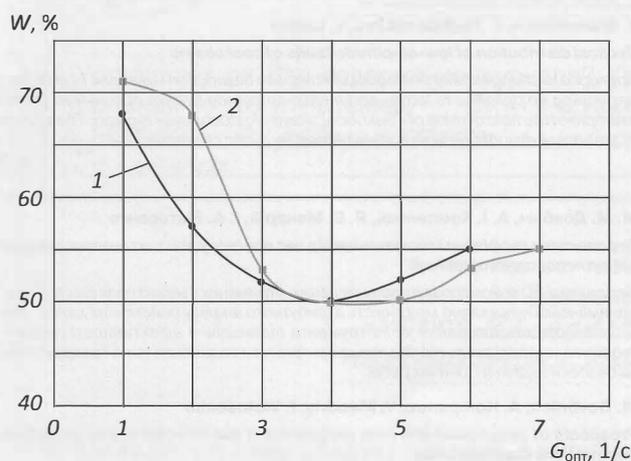
**Рис. 3.** Зависимость минимального расхода флокулянта «Rheomax 9080»  $P_{\min}$  от концентрации иловых отходов углеобогащения  $C$ , при которых наблюдается эффект желатинизации осадка.

но зависит от концентрации твердого в суспензии и увеличивается от 150 до 650 г/т при переходе от относительно разбавленных суспензий (50 г/л) к концентрированным (300 г/л). При концентрации твердого в суспензии 100 г/л оптимальное значение градиента скорости среды составляет  $1500 \text{ с}^{-1}$ , при 200 г/л –  $4000 \text{ с}^{-1}$ , при 300 г/л –  $4500 \text{ с}^{-1}$ .

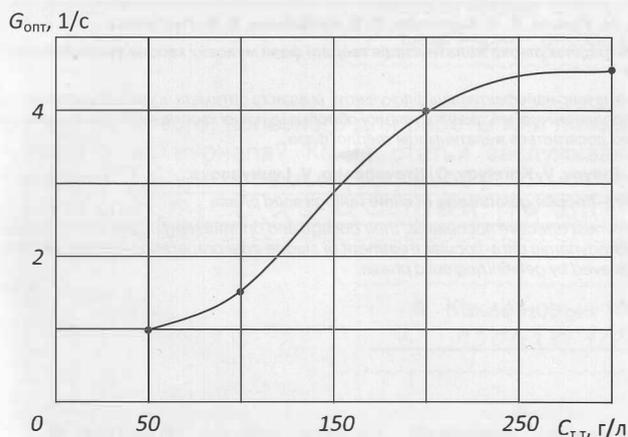
Минимальный расход флокулянта, при котором достигается эффект желатинизации твердой фазы, может быть вычислен по эмпирической формуле

$$P_{\min} = 2C + 50. \quad (1)$$

Известно, что эффективность флокуляции существенно зависит от режима гидродинамической об-



**Рис. 4.** Зависимость влажности  $W$  кека от оптимального градиента скорости  $G_{\text{опт}}$  среды при обработке иловых отходов углеобогащения различной концентрации, г/л: 1 и 2 – соответственно 200 и 300.



**Рис. 5.** Зависимость оптимального градиента скорости среды  $G_{\text{опт}}$  при обработке иловых отходов углеобогащения от концентрации твердого тела  $C_{\text{тв}}$  при оптимальном расходе флокулянта «Rheomax 9080».

работки суспензии. Для определения оптимального градиента скорости среды  $G_{\text{опт}}$  при обработке хвостов с разной концентрацией твердого в течение 5 с была измерена зависимость влажности желатинизированного кека твердой фазы после отделения ее от водной фазы на сетке с ячейками 0,5 мм в течение 1 мин. Из полученных результатов, представленных на рис. 4 и 5, следует, что оптимальные значения градиента скорости среды, при которых достигается минимальная влажность  $W$  кека, увеличивается от 1000 до  $4500 \text{ с}^{-1}$  с повышением концентрации суспензии от 50 до 300 г/л.

Зависимость оптимального градиента скорости от концентрации твердой фазы хвостов в диапазоне 100 – 200 г/л может быть рассчитана по эмпирической формуле

$$G_{\text{опт}} = 25(C - 100) + 1500. \quad (2)$$

**Вывод.** Использование флокулянта «Rheomax 9080» (BASF) при оптимальных условиях ультрафлокулярной обработки (продолжительность 5 с, градиент скорости среды от 1000 до  $4500 \text{ с}^{-1}$ ) позволяет достичь остаточной влажности желатинизированной твердой фазы на уровне менее 52 % по массе.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Rulyov N. N. Ultra-flocculation: Theory, Experiment, Applications // In book «Particle Size Enlargement in Mineral Processing». – Montreal (Canada). – 2004. – P. 197–214.
2. Рулев Н. Н. Определение оптимальных условий флокуляции хвостов флотационного обогащения угля / Н. Н. Рулев, В. Я. Королев, О. В. Кравченко, В. В. Лукьянова // Уголь Украины. – 2010. – № 12. – С. 41–45.
3. Rulyov N. N. Hydrodynamic destruction of waste emulsions in the process of their separation through ultra-flocculation and micro-flotation // Colloids & Surfaces A. – 1999. – V. 152. – P. 11–15.
4. Рулев Н. Н. Парная энергия связи и оптимальный режим гидродинамической обработки суспензий в процессе флокуляции / Н. Н. Рулев, Т. А. Донцова, Т. В. Небеснова // Химия и технология воды. – 2005. – Т. 27. – № 1. – С. 1–17.
5. Rulyov N. N., Laskowski J. S., Concha F. The use of ultra-flocculation in optimization of the experimental flocculation procedures Physicochem. Probl. // Miner. Process. – 2011. – V. 46. – P. 5–16.
6. Рулев Н. Н. Ультрафлокуляция как метод повышения эффективности процесса извлечения тонкодисперсного угля из хвостов обогащения / Н. Н. Рулев, В. Я. Королев, О. В. Кравченко, В. В. Лукьянова // Збагачення корисних копалин. – 2010. – Вип. 40 (81). – С. 119–125.

Ю. П. Ященко

**Стратегія розвитку угольної промисловості: методологічні підходи до розробки**

Предложені методологічні підходи до розробки Стратегії розвитку угольної промисловості, котрі передбачають ієрархічну структуру документа з урахуванням взаємозалежності, взаємообмеженості та взаємодії головних цілей, головних завдань, критеріїв їх рішення з визначенням рухомих сил і засобів для забезпечення реалізації.

Y. Yashenko

**The development Strategy of the coal industry: methodological approaches to developing**

Methodological approaches to the treatment Strategy of the coal industry, which provides a hierarchical structuring of the document taking into account the interdependence, and mutual transitions balances the main goal, the main objectives, criteria for their decision to the definition of the driving forces and means to ensure implementation are proposed. p. 13

О. І. Волошин, О. В. Рябцев, О. І. Коваль

**Рекомендації з охорони і підтримки підготовчої виробки позаду лави**

Наведено результати досліджень геомеханічного стану вміщуючих порід навколо підготовчої виробки, на підставі яких розроблено комплекс рекомендацій, спрямованих на її охорону і підтримання з метою забезпечення вентиляції, безпечного виходу людей, доставки матеріалів і обладнання. Наведено порівняння розрахункових і фактичних значень залишкової висоти виробки у ВП «Шахта «Харківська» ТОВ «ДТЕК Свердловантрацит».

A. Voloshin, O. Ryabtsev, A. Koval

**Recommendations for the protection and support of preparation of development behind lava**

The results of studies of the geomechanical state of the country rocks in the vicinity of preparatory workings, by which developed a set of recommendations aimed at protecting and maintaining production to ensure ventilation, safe exit of people, delivery of materials and equipment. A comparison of calculated and actual values of the residual height of the development of SD «Mine «Kharkovskaya» Co.Ltd «DTEK Sverdlovantratsit».

М. В. Паламарчук, А. П. Деньгін, Т. М. Лушнікова

**Розпізнавання та пошук причин відмови стаціонарних шахтних машин**

Наведено метод системного пошуку та розпізнавання головної причини відмови, який розроблено авторами, що базується на параметричній ідентифікації зовнішніх впливів у період життєвого циклу машини. Розглянуто алгоритм розпізнавання причин відмови і сформульовано базові принципи, які виключають неправильний напрямок пошуку під час аналізу та ідентифікації негативних впливів.

N. Palamarchuk, A. Dengin, T. Lushnikova

**Recognition and the search for reasons for refusal of stationary shaft machines**

A method for systematic search and identification of the main reasons for the refusal, developed by the authors, based on the parametric identification of external influences during the life cycle of the machine. The algorithm of the reasons for refusal of recognition and formulated the basic principles which exclude the wrong direction finding in the analysis and identification of negative impacts. p. 24

А. Г. Мнухін, О. М. Брюханов, І. Г. Содух, С. Я. Махно

**Необхідність проведення випробувань на вибухобезпечність рудникового електрообладнання з видом вибухозахисту «вибухонепроникна оболонка»**

Проаналізовано дані, отримані під час випробувань на вибухобезпечність оболонки рудникового вибухозахисного електрообладнання напругою від 12 до 1140 В постійного і змінного струму. Наведено результати розрахунків тисків у режимі дугового короткого замикання для різних груп електрообладнання. Доведено, що безпека апаратури, призначеної для роботи у вибухонебезпечних середовищах, може бути забезпечена за умови проведення випробувань оболонок рудникового вибухобезпечного електрообладнання в режимі потужного дугового короткого замикання.

A. Mnuhkin, A. Bryukhanov, I. Soduh, S. Mahno

**The need for testing for explosion-proof electrical equipment with a view of mine protection «flameproof enclosure»**

The data received by explosion safety tests of mine explosion-protected electrical equipment enclosures under voltage limits from 12 to 1140 V of direct and alternating current were analyzed. The results of pressure calculations in a mode of arc short circuit for different groups of electrical equipment are provided. The conclusion has been drawn that the safety of equipment intended for use in explosive environment can be ensured by carrying out of mine explosion-protected electrical equipment tests in a mode of high-power arc short circuit. p. 30

С. П. Греков, П. С. Пашковський, А. А. Всякий

**Імовірність виникнення ендегенних пожеж у зонах геологічних порушень**

Запропоновано метод оцінки ступеню ендегенної пожежонебезпечності в місцях розривних геологічних порушень залежно від їхніх параметрів з урахуванням фізичних передумов самозаймання вугілля в цих місцях.

S. Grekov, P. Pashkovsky, A. Vsyaky

**The probability of endogenous hazard in areas of geological disturbances**

A method of estimation of the endogenous hazard degree of the rupture geological disturbances depending on their parameters is proposed. It is based on the use of physical preconditions for the spontaneous ignition of coal in these places. p. 36

С. І. Шабельніков, Л. Є. Подліпенська, В. Є. Лисиця

**Циклічність розподілу малоамплітудних розривних порушень вугільних пластів**

Показано закономірну мінливість кількості малоамплітудних диз'юнктивних порушень вугільного пласта залежно від відстані до крупно- і середньоамплітудних розривів вугленосної товщі на прикладі поля шахти «Суходольська-Східна». Установлено, що зміна кількості диз'юнктивних порушень має циклічний характер.

S. Shabelnikov, L. Podlinskaya, V. Lisitsa

**Cyclical distribution of low-amplitude faults of coal seams**

Appropriate changeability of amount of little peak disjunction violations of coal layer depending on distance to large- and middle amplitude breaks of coal layer on the example of the field of mine of «Sukhodol'skaya-Vostochnaya» is given. The change of amount of disjunction violations is carried by cyclic character is set. p. 39

М. М. Довбніч, А. І. Компанець, Я. В. Мендрій, І. А. Віктосенко

**Перспективи геофізики і геомеханіки під час прогнозу зон тектонічних деструкцій вуглепородного масиву**

На прикладі 3D сейсморозвідувальних даних, отриманих у межах поля шахти «Красноліманська», показано можливість атрибутного аналізу сейсмічних даних і геомеханічного моделювання як інструмента підвищення ефективності геолого-геофізичних досліджень під час вивчення гірничо-геологічних умов та гарантування безпеки ведення гірничих робіт.

M. M. Dovbnich, A. Kompanec, Y. Mendriy, I. Vicosenko

**Prospects of geophysics and rock mechanics at the forecast zones of tectonic destructions coal rock array**

On the example 3D seismic data from the mine field «Krasnolimanskaya» the possibility attributive analysis of seismic data integration and geomechanical modeling in increasing the efficiency of geological and geophysical research in studying mining and geological conditions and protection by implementation coal production is discussed. p. 44

М. М. Рувльов, В. Я. Корольов, О. В. Кравченко, В. В. Лук'янова

**Ультрафлокулярна желатинізація твердої фази мулових хвостів вуглезбагачення**

Визначено найефективніші флокулянти, їх дози та оптимальні умови реагентної та гідродинамічної ультрафлокулярної обробки мулових хвостів вуглезбагачення, за яких досягається желатинізація твердої фази.

N. Rulyov, V. Korolyov, O. Kravchenko, V. Lyukyaynova

**Ultra-flocular gelatinizing of slime tailings solid phase**

The most effective flocculants, their dosage and optimal reagent are identified and hydrodynamic ultra-flocular treatment of sludge coal preparation tailings, which is achieved by gelatinizing solid phase. p. 49

● Читаете ли Вы журнал, являлись (являетесь) его подписчиком? Если нет, то почему? являемся более 20 лет

● Какие новые темы следует осветить в журнале? Экологическая нагрузка и применение современных технологий

● Нравится ли Вам оформление журнала? Нужно ли изменить формат издания? Содержание и формат журнала нравится по сути, а оформление?

● Каким, по Вашему мнению, должен быть журнал для специалистов угольной отрасли с учетом современных достижений науки и техники, реформирования и реструктуризации угольной промышленности?

Считаю, что структура и содержание журнала оптимальные

● Устраивает ли Вас содержание журнала? Каковы Ваши замечания и предложения по его улучшению? Замечания - больше конкретики о результатах инновационной деятельности.

● Что нового, полезного для работы или повышения уровня знаний Вы черпаете из журнала? Какие статьи заслуживают особого внимания - назовите. Обладание новейшей техникой, Статьи, посвященные правлению и работе добывающей и сбытовой...

● Какие новые темы следует осветить в журнале? по проблеме ликвидации углеводородных и тектонических связей с ней, вопросы экологии.

● Достаточно ли полно и доходчиво изложен материал? Нужны ли теоретические статьи с формулами? Достаточно! Нужны, но с живым обоснованием их применения

● Что нового, полезного для работы или повышения уровня знаний Вы черпаете из журнала? Какие статьи заслуживают особого внимания назовите. Техническую, экономическую информацию, анализ аварий на шахтах, новые идеи

НТБ НГУ



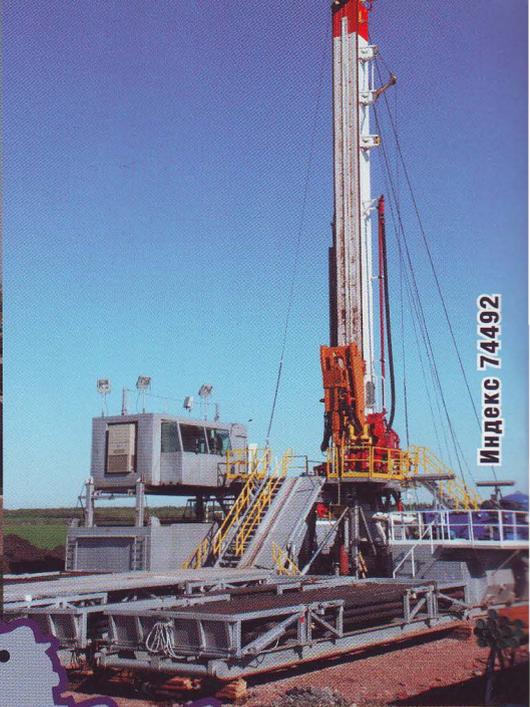
J08798866

● Какие новые темы следует осветить в журнале? Научные и производственные достижения

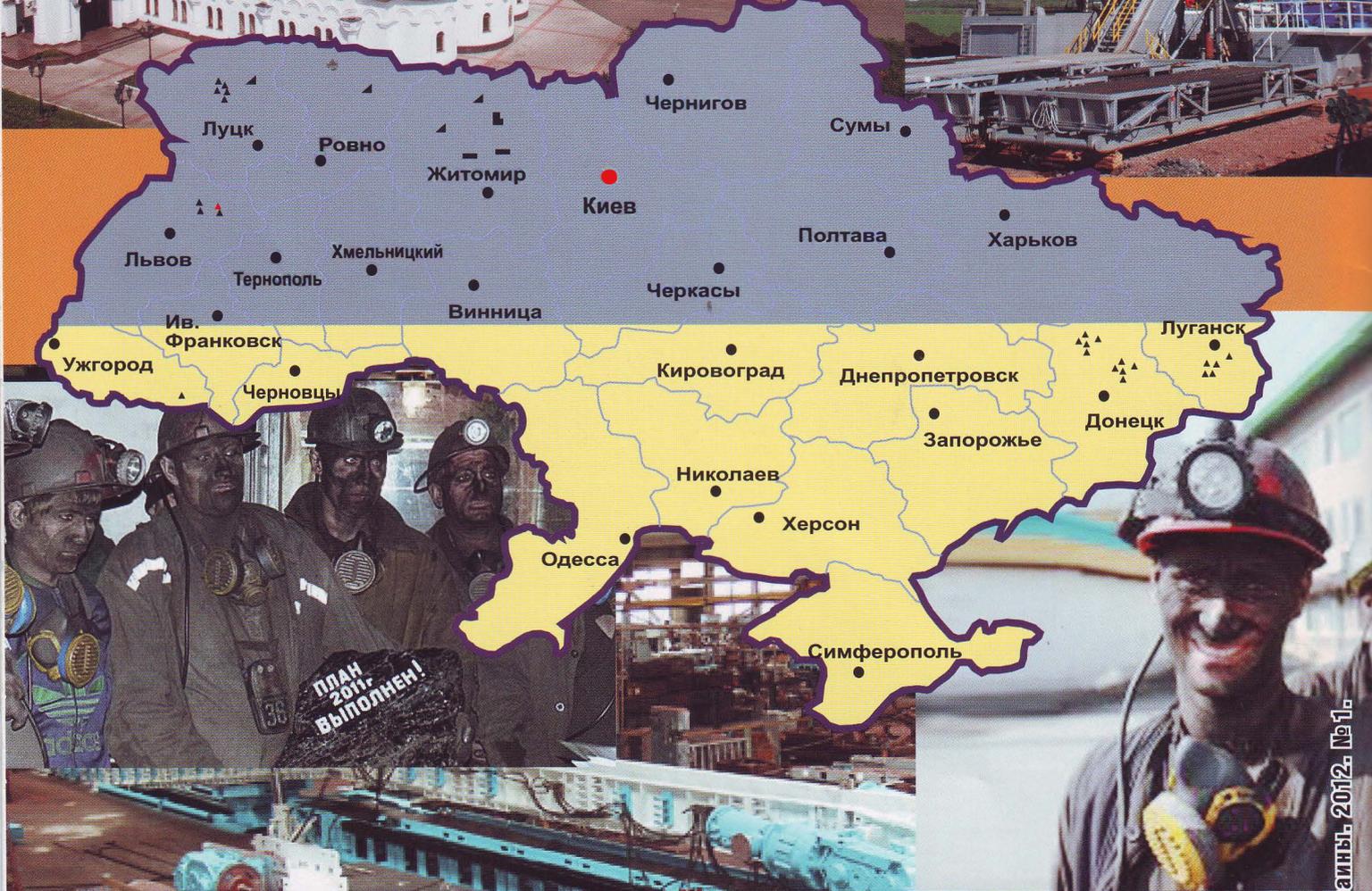
● Читаете ли Вы журнал, являлись (являетесь) его подписчиком? Если нет, то почему? Читаю журнал, интересующий по профессии на предприятии

Редколлегия и редакция журнала благодарны авторам и читателям, принявшим участие в заочной читательской конференции.

Приводим выдержки из анкет.



Индекс 74492



ISSN 0041-5804: Уголь Украины, 2012, №1.