



ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(матеріали науково-практичної конференції)

Красноармійськ, КІІ ДонНТУ, 2008

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ**

ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
РЕГІОНАЛЬНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

28 листопада 2008 року

Красноармійськ-2008

Проблеми гірничої технології: матеріали регіональної науково-практичної конференції,
Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 28 листопада 2008 р.-
Донецьк: Цифрова типографія, 2008.-

У збірнику представлені праці регіональної науково-практичної конференції, яку проводила кафедра розробки родовищ корисних копалин Красноармійського індустріального інституту ДонНТУ. Основні напрямки роботи конференції – перспективні технології розробки родовищ корисних копалин, технологічні проблеми та основні небезпечності вугільних шахт; геомеханічні проблеми розробки корисних копалин; соціально-економічні і організаційні проблеми вуглевидобутку, загальнонаукові проблеми. Матеріали віддзеркалюють рівень наукових інтересів, науковий та освітній потенціал спеціалістів і студентів Красноармійського регіону.

Комп'ютерна верстка Бачурін Л.Л.

■ Красноармійськ, КІІ ДонНТУ, 2008.

ЗМІСТ

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОСНОВНІ НЕБЕЗПЕ- ЧНОСТІ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ.

Рязанцев М.О., Сидоренко А.О., Широков Р.І. Проблеми гірничої технології та перспективи вуглевидобутку традиційними методами

7

Рязанцев М.О., Рязанцев А.М., Терянік В.І. Стан шахтного фонду в Україні.

Триллер Є.А., Рязанцев М.О., Курінний О.О. Розробка проектних рішень по збільшенню видобутку вугілля шахтою «Алмазна».

Триллер Є.А., Курінний О.О. Зниження собівартості вугілля шахти «Алмазна» шляхом вдосконалення системи енергозабезпечення.

Триллер Е.А., Петелин Є.А., Надеев Е.И., Немцев Є.Н., Ганза А.И., Калиниченко В.В. Выбор насосов и трубопроводов для тушения пожара в копрах и надшахтных зданиях.

Триллер Є.А., Надєєв Є.І., Калиниченко В.В., Ганза А.І.,

Нємцев Е.М. Розрахунок барботажного режиму роботи ерліфту.

Кондратенко В.Г. Потери давления в кольцевой щели разгрузочных устройств шахтных центробежных насосов

Кондратенко В.Г., Немцев Е.Н. Исследование ступенчатой торцевой щели разгрузочного устройства центробежных насосов

Кондратенко В.Г., Никонюк Ю.В. Зависимость режима работы устройства разгрузки от числа рабочих колес центробежного насоса.

Вірич С.О., Наджарян М.А. Вирішення проблем тертя та зносу деталей механізмів гірничих машин в умовах сучасного виробництва

Ісаєнков О.О., Ляшок Я.О., Бачурін Л.Л. Вугілля будь-якою ціною не потрібне.

Нестеренко В.Н., Ляшенко Т.И. . Обеспечение устойчивости и экономичности проветривания шахты.

Вирич.С.А., Гулай А.А. Технология борьбы с суфлярными выделениями метана при проведении горных выработок.

Кишкань М.А., Куцерубов В.М. Влияние тектонической нарушенности на условия проведения и поддержания пластовых подготовительных выработок

Чернишов В.І. Енергозбереження у багатодвигунових електроприводах підземних конвеєрів

ГЕОМЕХАНІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН.

Кольчик А.Е., Кольчик Е.И., Ревва В.Н. Сдвигение горных пород

при отработке угольных пластов Донбасса.

Кодунов Б.А. Математическое моделирование процесса сдвижения и деформирования горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки

Кодунов Б.А., Носач А.К., Жимчича И.М. Определение границ зоны полных сдвижений в подработанном массиве горных пород.

Соловьев Г.И., Малышева Н.Н., Касьяненко А.Л., Васенин В.В.

Бачурина Я.П. Обеспечение устойчивости выемочных выработок глубоких шахт продольно-блочной крепью усиления при сплошной системе разработки.

Соловьев Г.И., Малышева Н.Н., Бачурина Я.П., Браташ Е.А.

Комбинированные способы обеспечения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт Донбасса.

Соловьев Г.И., Нефедов В.Е., Касьяненко А.В., Браташ Е.А..

О вдавлении ножек арочной крепи в почву подготовительной выработки.

Рязанцев Н.А., Рязанцева Н.А. Эволюция неживой материи и самоорганизация горного массива.

Вашенко В.И., Носач А.К., Жимчича И.М., Рязанцева Н.А.

Условия формирования мелкоамплитудных тектонических нарушений (на примере северо-западной части Донбасса).

Вашенко В.И., Кодунов Б.А., Сидоренко А.А., Широков Р.И.

Построение моделей геомеханических явлений

Рязанцев Н.А., Воронов М.И. . Экспресс-метод определения

выбросоопасности горных пород по энергоемкости их разрушения

Горячева Т.В. Лаппо И.Н., Хузина А.К. Об использовании гироскопа в маркшейдерских приборах.

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ І ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ ВУГ-ЛЕВИДОБУТКУ. ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ.

Лысенко С.Н., Булавина И.А., Иванченко А.А., Папаика А.А.

Технологический аудит как инструмент трансфера технологий.

Скрипка В.М. Розробка заходів вдосконалення організації оплати праці при введенні нових тарифних ставок і посадових окладів працівників вугільної промисловості.

Школяренко О.О. Проблеми формування грошових потоків на вугільних підприємствах

Нємцева Н.С., Нємцев Е.М. Самоактуалізація майбутнього студента-електромеханіка.

Сергиенко Л.Г., Винник Е.А., Сергиенко Н.И.. Оптимизация учебного процесса студентов ВТУЗА.

Сименко О.В., Зверев О.М. Аналітичні та комп'ютерно-графічні моделі проєкціювання просторовими спіралями і спіральні поверхні.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ
КОПАЛИН. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОСНОВНІ
НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ .

УДК 622.27

РЯЗАНЦЕВ М.О., СИДОРЕНКО А.О., ШИРОКОВ Р.І. (КП ДонНТУ)

**ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВУГЛЕВИДОБУТКУ ТРАДИЦІЙНИМИ МЕТО-
ДАМИ**

В статті дається огляд головних проблем і перспектив їх вирішення при вуглевидобутку традиційними методами. При цьому визнається, що кардинальне вирішення проблем можливе тільки шляхом розробки новітніх технологій без присутності людей у вибої.

Вугілля - це дешевий і надійний енергоносіє, запасів якого, на відміну від дефіцитних нафти і газу, повинно вистачити на кілька століть інтенсивного використання. Але це має і свої істотні недоліки: 1) низький ККД утилізації вугілля; 2) надмірне забруднення навколишнього середовища; 3) занадто великі людські жертви.

З цих причин багато розвинених країн почали поступово списувати кам'яне вугілля з енергетичних рахунків, але, як з'ясовується нині, дещо передчасно. Баланс переваг і недоліків твердого енергетичного золота знову доводиться переглядати. Кожна країна робить це по-своєму. Ясно одне – світ стоїть на порозі масового переходу з газу на вугілля. Україні, котра за роки незалежності скоротила свої виробничі потужності з видобутку вугілля майже до 75 млн.т, це потрібно враховувати як нікому.

Найбільші загальні ресурси вугілля знаходяться у США, КНР, Росії, Австралії, Канаді, Німеччині, Південно-африканській республіці, Великобританії, Польщі, Індії. За прогнозами світова потреба вугілля у 2010 році складе 4293 млн.т, при цьому на країни ЄС припаде – 2057 млн.т, Західну Європу – 406, Східну Європу – 610, Північну Америку 1040 млн.т. Видобуток відповідно досягне 4300, 2013, 122, 607, 1285 млн.т. [1,2].

Україні для нормального енергозабезпечення потрібно 300 млн.т умовного палива (у 1992 році фактично було 306 млн.т). Якщо Росія може собі дозволити мати в паливно-енергетичному балансі 51,7% газу, то Україна цього дозволити собі не може. Тим більше, що видобуток газу в Росії скорочується на 40%. Із зростанням цін на газ Україна буде платити за нього десятки

мільярдів доларів. До того ж в Україні залишилось 130 шахт, а реальний потенціал вуглевидобутку оцінюється не більше 100 млн.т.[2].

За радянських часів в СРСР наприкінці 70-х років був задуманий перехід теплової енергетики на газ як 15-20-річний маневр, який би дозволив виграти час для розвитку технологій по ефективному екологічно чистому спалюванню вугілля, чому й отримав назву «газова пауза». Тепер же в Україні спалювання газу в топках електростанцій і в печах металургійних заводів рахують віковою стратегією.

Треба відзначити, що понад 50% запасів вугілля Донбасу сконцентровано у пластах до 0,7 м і відробити їх можна лише за допомогою новітніх технологій, які не передбачують участі людини. В Україні на відробку вугільних пластів більше 1,2 м потрібно 15 років, 0,8 - 1,2 м – 45 років, так що на розробку новітніх технологій залишилось не так багато часу.

Тим більше, що на сьогодні вугільна промисловість України є найнебезпечнішим виробництвом, технологія видобутку ще досить консервативна. Відбулися тільки кількісні зміни, якісно ж технологія залишилась старою – вугільний пласт з твердого і нерухомого стану переводиться у рухливу масу шляхом механічного руйнування. Причому неодмінною умовою використання досі технології залишається присутність людини у місцях руйнування гірничої маси. Комплексна механізація очисних і підготовчих робіт хоч і знизилася трудоемність, значно скоротивши частку ручної праці, однак радикальних змін не забезпечила: навантаження на організм шахтарів залишається ще дуже високим. Перехід від врубових машин до вузькозахватних механізованих комплексів сприяв збільшенню видобутку (середнє навантаження на вибій зросло з 10-20 т/добу до 1000-2000т/добу, однак супроводжувалось підвищенням впливу несприятливих чинників на людину. Розпад СРСР привів до кризових явищ, до різкого спаду виробництва, у вугледобувній галузі через економічну кризу виникла, перш за все, технологічна криза. Але й у високо розвинутих вугледобувних державах застосовувана нині технологія за таким показником, як продуктивність праці, вже досягла своєї «стелі». Тому необхідно шукати нові, альтернативні способи видобутку вугілля. Серед них – роботизація наявної технології, розробка і використання принципово нових технологій (спалювання вугілля, гідровидобуток, підземна газифікація, видобуток шахтного метану тощо). При цьому треба враховувати досвід найбільш розвинутих вуглевидобувних країн [5,7].

Екологічні проблеми найрештливніше розв'язує Західна Європа. В Німеччині відкрита перша в світі вугільна електростанція, в процесі роботи якої взагалі не відбувається викиду вуглекислого газу в атмосферу. Німецькі енергетичні компанії беруться відроджувати вугільну енергетику й у Великобританії. Там і зараз частка вугілля у виробництві електроенергії переважає над часткою газу і атомної енергетики. В Данії запущено пілотний проект найбільшої в світі очисної установки димових газів. В реалізації цього проекту брали участь 11 європейських країн. Вартість проекту 32 млн.євро. В ре-

зультаті вдалося на 90% скоротити емісію вуглекислого газу і знизити витрати на кожну тонну зв'язаного вуглекислого газу до 20-30 євро. «Спійманий» газ закачують у підземні сховища. До речі, Данія є єдиною державою в світі, де з 1994 року існує Міністерство охорони навколишнього середовища й енергетики. Британські фахівці також знизили викиди двоокису сірки на 90-95% за рахунок десульфуризації димових газів. Враховуючи, що стандартна середньостатистична 1000-мегаватна вугільна електростанція на рік викидає в атмосферу 7 млн.т вуглекислого газу, 200 тис.т двоокису сірки і стільки ж зольного пилу, переоцінити такі досягнення складно.

У США, котрі так і не приєдналися до Кіотського протоколу, до останнього часу не дуже забивали собі голову технологіями очищення димових газів. 600 діючих там вугільних електростанцій викидають близько 2 млрд.т вуглекислого газу на рік. Зате американці дуже наполегливо йшли шляхом підвищення ККД вугільних електростанцій. Вони широко використовують переробку вугілля у рідке паливо. Цей спосіб відомий з 1920 року, широко застосовувався у роки другої світової війни, а потім за років нафтового достатку про нього забули. Широко у США використовується утилізація метану. З вугільних родовищ у США отримують 40% усього газу, що видобувається в країні, і збираються довести цей показник до 60%. Утилізація метану й інші технології дають змогу довести ККД вугільної електростанції до 40-45%, а комплексне використання когенераційних технологій допоможе довести цей показник до 85%. Найближчим часом у США планується ввести біля 80 нових вугільних електростанцій з найостаннішими технологічними рішеннями.

Умови праці шахтарів безпосередньо пов'язані з технологією. Вони є однією з головних причин порушення здоров'я шахтарів. Навіть найефективніші комплекси інженерних засобів, призначених для боротьби з шкідливими факторами у шахті, далеко не завжди забезпечують їх зниження до припустимих рівнів [6].

Передусім до основного шкідливого чинника належить виробничий пил, концентрація якого у наших шахтах перевищує гранично припустиму концентрацію у десятки разів навіть за ефективного комплексного знепилювання і у сотні разів – без нього. З підвищенням потужності техніки зростає вплив енергетичних факторів (шум, вібрація).

Найскладніші мікрокліматичні умови створюються в очисних і підготовчих вибоях глибоких шахт (більше 700 м), а більшість шахт подолала цей рубіж ще наприкінці 70-х років. У 60-70% вибоїв температура перевищує санітарні норми, стаціонарні холодильні установки не можуть забезпечити нормативні вимоги щодо мікроклімату. За цієї причини проектування і експлуатацію вибоїв на глибинах більше 1000 м з 1996 року в Україні заборонено. Це ще один з чинників, який характеризує кризу існуючої технології видобутку і диктує необхідність як розвитку альтернативних технологій, так і закриття шахт з несприятливими умовами праці.

У 70-х роках професійна захворюваність гірників в Україні постійно знижувалась, з 1983 по 1988 р.р. спостерігалась стабілізація профзахворювань на рівні 1,5 випадки на 1000 робітників. Потім до 1994 року спостерігалось різке підвищення до 17 випадків на 1000 робітників. Після 1994 року знову спостерігається стабілізація на рівні 4-5 випадків на 1000 робітників. Частота випадків раптової смерті від серцевих захворювань, пов'язаних з виробництвом, за останні 10 років збільшилась більш ніж у двічі, зафіксовано найвищі показники захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, частоти теплових уражень (гострих та хронічних перегрівів), виробничого травматизму, інвалідності. Тобто очевидна криза здоров'я шахтарів. Питома вага профзахворювань досягає 85% серед усіх профзахворювань, виявлених в Україні. Цілком очевидно, що високий ризик розвитку патологічних станів пов'язаний з існуючою технологією видобутку вугілля. Це спонукало до розробки стратегії збереження професійного здоров'я шахтарів. За радянських часів використовувалась інтенсивна диспансеризація працівників з чітким контролем та прогнозуванням ризику шкоди для здоров'я і своєчасним їх виведенням з несприятливих умов, була розроблена система санаторіїв-профілакторіїв, цехових лікарів тощо.

Після розпаду СРСР цехові служби було ліквідовано, підприємства залишились без медичних працівників, послабились зв'язки медиків з шахтарями. Більшість діагнозів профзахворювань нині ставиться під час звертання до лікаря, а не в результаті профілактичних медичних оглядів, при цьому у 40% випадків людину приходится визнавати вже непрацездатною [6].

Таким чином, традиційна технологія гірничого виробництва застаріла, потребує вдосконалення, або заміни. Основні техніко-економічні показники підземного способу видобутку вугілля в Україні нижче в порівнянні з розвинутими вуглевидобувними країнами з наступних причин: складні гірничо-геологічні умови розробки і відсутність ефективних техніко-технологічних рішень для деяких з них; незадовільний стан шахтного фонду; високій ступінь зносу гірничошахтного обладнання і його більш низький рівень у порівнянні з передовими зарубіжними зразками та ін. В той же час досвід реструктуризації вугільної промисловості розвинутих країн робить реальним значне підвищення ефективності підземного способу видобутку вугілля.

Однією з умов ефективного використання високопродуктивної гірничої техніки і технології є інженерна попередня і поточна підготовка до відробки вуглевміщуючого масиву і вугільного пласта, найважливішими з яких є [7]:

1. Дегазація масиву. Ця проблема в Україні до кінця не вирішена. Принципової різниці між вітчизняними системами дегазації і інших країн немає, а висока ефективність таких систем за кордоном є наслідком більшої газовіддачі порід і наявності більш досконалої техніки для буріння направлених свердловин, довжиною до 2 км (Австралія, США). Необхідна розробка способів і засобів підвищення газовіддачі пластів.

Є доцільним використання досвіду Австралії і США по дегазації пластів за допомогою горизонтальних свердловин, що буряться назустріч руху очисного вибою.

При проведенні виробок по метанозносним пластам використовуються способи попередньої і поточної дегазації шляхом буріння бар'єрних свердловин, свердловин на пласт-супутник, які пробурені назустріч вибою, регіональна гідрообробка пластів водними розчинами поверхнево-активних речовин (ПАР). Комплекс таких заходів дозволяє підвищити ефективність систем дегазації до 70%. [3,4].

2. З поглибленням гірничих робіт зростає небезпека раптових викидів вугілля, породи і газу. Головними засобами попередження цих явищ як у нас, так і за кордоном є попередня відробка захистних пластів та регіональна гідрообробка незахищених пластів. Ефективність способу 35-80%.
3. Захист гірничих виробок від води. Найбільш ефективним є попереднє осушення водоносних порід за рахунок використання водопонижуючих та дренажних свердловин з гірничих виробок, дренажних лав, тампонажу водоносних порід.
4. Зміцнення масиву гірських порід. Ефективним способом є штучне зміцнення хімічними сполуками, що мають високу адгезію до порід.
5. Шахтний фонд. В Україні залишилось 130 діючих шахт із загальною виробничою потужністю біля 80 млн.т. Працюють 253 очисних вибоїв. Одним з головних недоліків шахтного фонду є відставання в розвитку гірничих робіт, виникнення багатоступеневого транспорту, складнощів з провітрюванням вибоїв, наявністю високотемпературних вибоїв тощо. Ключовою задачею є перехід на схеми розкриття погоризонтними квершлагами, що забезпечують безпечну роботу очисних і підготовчих вибоїв.

Концентрація очисних робіт передбачає доведення навантаження на лаву до 3-5 тис.т/добу і більше з переходом на технологічні схеми «лава-шахта» (для шахт з потужністю до 1,5 млн.т на рік), або «лава-горизонт», «лава-пласт» для більш крупних підприємств. Це дає змогу скоротити протяжність виробок, що підтримуються.

Поява нових способів розкриття або суттєвих їх змін не прогнозується. В основному збережеться схема розкриття вертикальними стволами та капітальними квершлагами для невеликих шахт, вертикальними стволами і погоризонтними квершлагами (у різних варіантах) для більш крупних шахт.

У найближчій перспективі не очікується також широкого будівництва нових шахт.

6. Способи підготовки та відробки шахтних полів на перспективу суттєво не зміняться. Збережеться панельний і погоризонтний способи підготовки на пологому падінні і етажна – на похилому. Але суттєво зросте до-

- вжина лави (до 300-400м) і виймальних стовпів (до 2-3 км). Зросте перетин підготовчих і виймальних виробок для забезпечення вільного розташування транспортного та іншого обладнання і зменшення депресії вентиляційної мережі для подачі необхідної кількості повітря у вибої. Зросте доля використання бремсбергових виймальних полів.
7. Охорона виробок. На шахтах України значні труднощі виникли у зв'язку з використанням безціликових технологічних схем виймання вугілля з повторним використанням виробок. Це необхідно як при використанні стовпових, суцільних систем розробки з ціллю зменшення обсягів проведення виробок, втрат вугілля, забезпечення сприятливих умов відробки свит пластів, так і при використанні комбінованих систем розробки на високогазоносних пластах для забезпечення прямого провітрювання дільниць з розбавленням газу по джерелах його виділення. Головну проблему – повторне використання виробок з мінімальними витратами вирішити не вдається. Вартість підтримання виробок для повторного використання часом перевищує вартість проведення нової виробки. У разі суттєвого підвищення навантаження на вибій це себе виправдовує, для решти випадків необхідно використовувати найбільш безпечні способи охорони і підтримання виробок засновані на використанні сталєво-полімерних анкерів, литих смуг, органного кріплення, БЖБТ тощо. При підготовці довгих стовпів виробки будуть проводитись як поодиноким вузьким вибоєм, так і здвоєними або спареними виробками. Для забезпечення лав і дільниць необхідною кількістю повітря і розрізеного провітрювання конвеєрного штреку і лави зросте доля використання спарених і здвоєних штреків.
 8. За рахунок використання комбінованих систем розробки стовпкової з суцільною зросте навантаження на вибій до 3-5 тис.т на добу, що дасть змогу працювати за схемою «лава-шахта», «лава-пласт», «лава-блок», аби кількість очисних вибоїв не перевищувала двох-трьох. Вирішення задачі підвищення навантаження на вибій до 3-5 і більше тисяч тонн, потребує збільшення потужності двигунів комбайну, швидкості подачі і тягових зусиль комбайнів і стругових установок, збільшення вибієного напруження мінімум до 3300 В, вдосконалення систем і механізмів подачі, засобів автоматизації, діагностики і контролю, підвищення надійності і збільшення ресурсу конвеєрів, комбайнів, стругів і мехкріплення. У Німеччині вже випускаються комбайни із швидкістю подачі до 45 м/хв. Треба відзначити, що і в Україні з'явилися комбайни світового рівня: КБТ, УКД300, УКД400 для тонких пластів, КДК400, КДК500, КДК500Ш, КДК700 для пластів середньої потужності. Комбайном КДК500 на одній з шахт Ростовської області встановлено рекорд добового видобутку 7075 т.
 9. Технологічне забезпечення гірничо-підготовчих робіт. Стан відтворення очисного фронту дуже незадовільний. Існуючий рівень вітчизняної

прохідницької техніки набагато нижчий зарубіжного. Науково-технічний прогрес в області гірничо-підготовчих робіт повинен забезпечити ефективне проведення розкриваючі і підготовлюючи виробок протяжністю до 2,5-3 км з перетином більше 13 м² зі швидкістю 500-600 м/міс. Необхідно різко розширити область і обсяги використання анкерного кріплення, розробити технологію і створити прохідницькі комплекси, що працюють з пиловідсмоктуванням, з установками для буріння шпурів під анкерне кріплення та для присічки міцних порід (гідроімпульсні установки тощо), перевантажувачами, напочвеними канатними дорогами, самоходними вагонами тощо. Робота в цьому напрямку, як показала виставка нинішнього року, ведеться, але до вибою ця техніка ще не дійшла.

10. Сучасний стан рудникового транспорту разом з великою протяжністю виробок характеризується тим, що 25-40% нерегламентованих простоїв вибоїв відбувається по причині транспорту.

Підвищення ефективності йде шляхом створення конвеєрів з встановленою потужністю 3-5,5 тис.кВт з шириною стрічки 1400-1600 мм, а також телескопічного конвеєру з шириною стрічки 1200 мм для очисних вибоїв потужністю 2-3 млн.т/рік. Створюються двохшвидкісні приводи для стрічкових конвеєрів і ролики підвищеної надійності. Модернізується апаратура управління, діагностики і контролю конвеєрних ліній.

В області допоміжного транспорту створюються канатні монорейкові і напочвені дороги з автономним електричним і дизельним приводами, маневрові монорейкові пристрої для механізації навантажувально-розвантажувальних і транспортних робіт на сполучених транспортних виробках і у привибійних зонах очисних і підготовчих робіт, спеціальні доставочні платформи для стрічки, секцій і негабаритних вантажів, людей.

11. Шахтна атмосфера. Основними факторами, що підвищують небезпеку гірничих робіт є висока газоносність пластів, їх схильність до раптових викидів та самозаймання. Концепція підвищення безпеки гірничих робіт повинна ґрунтуватися на розробці і впровадженні нових схем провітрювання, дегазації і управління газовиділенням з вилученням метану на полях діючих шахт і шахт, що закриваються.

Створюються вентилятори місцевого провітрювання з продуктивністю 15-20 м³/с, забезпечується зменшення аеродинамічного опору виробок, зменшення внутрішніх і зовнішніх витоків, розширюється використання схем провітрювання з відокремленим розбавленням метану по джерелах виділення та ізолюваного відводу з виробленого простору, замінюються вентилятори головного провітрювання на більш потужні.

Для кардинального вирішення питання боротьби з пилом треба встановити припустимі середньозмінні рівні запиленості, розробити автома-

тизований комп'ютерний облік пилових навантажень, що отримують робітники, ввести систему регулювання знаходження у запиленій атмосфері, широко застосовувати засоби знепилювання і автоматичні системи захисту типу СВША (СЛВА).

12. Основні перспективи розвитку нетрадиційних і новітніх технологій видобутку без

присутності людей у вибоях треба розглянути окремо як технології майбутнього.

Нажаль в Україні практично зупинені роботи по роботизації процесу очисної виїмки, шахти з використанням гідротехнології переведені на традиційний «сухий» видобуток, бурошнекова технологія видобутку використовується мало, припинені роботи з підземної газифікації і підземного спалювання вугілля. Донбас чекає на впровадження безлюдних технологій.

Література:

1. В. Лир Энергетический баланс Украины – уравнение из неизвестных. Организационно-методологические аспекты разработки и экономического анализа сводного энергетического баланса Украины. –Электр.журнал энергетич. комп. «Экологические системы», 2005, №12.
2. Рекреационный комплекс Украины. <http://www.sn1.com/ua/artscle/2006/>.
3. Ножкин Н.В., Сластунов С.В. Заблаговременная подготовка к безопасной разработке шахтных полей //Безопасность труда в промышленности, 1990, №4.
4. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С. Проблемы метана угольных месторождений при их заблаговременной дегазационной подготовке. М.: изд-во МГГУ, 2001.
5. Приходько О. Нові технології: Світле майбутнє чорного вугілля? – <http://www.solar.org.ua/sndex.php.id>.
6. Москаленко В.Ф., Кундієв Ю.І., Мухін В.В., Передерій Г.С. Професійне здоров'я шахтарів – проблема соціальна і наукова. /Вісник НАН України, 2001, №1.
7. Диколенко Е.Я., Рубан А.Д., Крашкин И.С. Концепция технологического развития подземного способа добычи угля в РФ (Тезисы). /Уголь, 2002, №10.

РЯЗАНЦЕВ Н.А., РЯЗАНЦЕВ А.Н., ТЕРЯНИК В.И. (КИИ ДонНТУ)

СОСТОЯНИЕ ШАХТНОГО ФОНДА В УКРАИНЕ.

По результатам работы угольной промышленности в 2008 году приведены данные о состоянии шахтного фонда Украины.

По основным видам топлива уровень самообеспеченности Украины составляет около 30% по отношению к требуемому и около 60% к фактическому объему потребления. При этом доля угля составляет 21,8-25,6%, природного газа – 9,2-11,3%, нефти 2,6-2,8%, до 16% энергоресурсов обеспечивается за счет АЭС и ГЭС.

В то же время уголь является единственным ресурсом, которым Украина располагает в объемах достаточных для покрытия потребностей в этом виде топлива. Структура запасов органического топлива в Украине выглядит следующим образом: уголь – 95,4%, метан-1,6%, нефть-2%, газ – 1%.

Общие ресурсы угля в Украине (балансовые, забалансовые и прогнозные) составляют 173 млрд.т, в т.ч. в Донбассе – 101,3 млрд.т. При добыче в 250 млн.т угля в год угля хватит на 400 лет.

К сожалению, начиная с 1996-1997г.г. в Украине начался период массового закрытия шахт. На сегодня ликвидировано 165 шахт и 7 разрезов, работу потеряли 200 тысяч шахтеров (в 1995 году действовало 268 угольных предприятия). Из оставшихся шахт треть шахт введены в эксплуатацию около 100 лет назад и, скорее всего, будут закрыты в ближайшее время. Две трети шахт сверхкатегорные по газу, но только 42 из них оснащены системами дегазации, 11 занимаются его утилизацией.

В 2007 году в Украине добыто 75,5 млн.т угля, в т.ч. на госпредприятиях – 42,2 млн.т. Дефицит энергетического угля составил 3 млн.т. На закупку в Польше недостающего энергетического угля в 2008 году предполагалось выделить 2 млрд. грн. Наиболее рентабельные 20 шахт приватизированы. 60% коксующегося угля сегодня добывается негосударственными предприятиями. Однако и коксующегося угля также не хватает. Ассоциация «Укркокс» собирается завозить коксующийся уголь из Австралии, США, Южной Африки, Казахстана.

Сохранение добычи на уровне 75 млн.т обеспечивается за счет повсеместного нарушения требований ПБ и технологии ведения работ. В Украине на каждый миллион тонн добытого угля гибнет 3-5 шахтеров и 20-25 серьезно травмируются. Для сравнения – в России на 1 млн.т добычи гибнет – 0,5 чел., в США – 1 чел. на 33 млн.т.

Гарант энергетической независимости Украины – уголь остается незадействованным. За всю историю своей независимости Украина даже не смог-

ла сформировать свой собственный топливно-энергетический баланс и строит энергетическую политику вслепую. Возможности строительства новых шахт не реализуются. Потенциал угледобывающей отрасли сегодня оценивается в 100 млн.т, что составляет около 24% общей потребности в первичных ресурсах.

В 2008 году в Донецкой области по добыче угля работало 70 государственных угольных шахт 1-й и 2-й групп, 5 шахт третьей группы, 6 крупных акционерных предприятий и 4 малых частных предприятия. В Луганской области работало 40 государственных угольных шахт 1-й и 2-й групп, 3 шахты третьей группы, открытое акционерное общество «Краснодонуголь», в состав которого входит 7 шахт, и 4 малых частных предприятия. В Днепропетровской области работало 10 шахт, входящих в состав открытого акционерного общества «Павлоградуголь», в Львовской области - 9 угольных предприятий, входящих, в основном, в состав государственного предприятия «Львовуголь», в Волынской области - 4 угольных шахты в составе государственного предприятия «Волыньуголь».

Таким образом, в настоящее время Минуглепром Украины насчитывает 162 предприятия, добывающих уголь подземным способом, из них 11 – это закрывающиеся предприятия III группы и 8 – малые частные предприятия, основанные на базе уже закрытых шахт. Распределение шахт по уровню суточной добычи приведено в таблице 1.

Из 136 шахт, которые еще способны добывать уголь, только 57 имеют суточную добычу более 1000 т/сут., шахт же с добычей более 3000 т/сут. всего 16. Следует отметить, что при Советской власти все шахты с добычей менее 1000 т/сут. были закрыты еще в 70-80-е годы прошлого столетия.

Таблица 1

Распределение шахт по уровню суточной добычи, т/сут.

Область	До 100	100-300	300-600	600-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-5000	Более 5000
Донецкая	10	11	18	9	12	7	3	-	2
Луганская	2	10	5	8	8	5	4	1	3
Днепропетровская	-	-	-	-	-	2	7	1	-
Львовская	-	1	1	-	7	-	-	-	-
Волынская	-	1	3	-	-	-	-	-	-
Всего	12	23	27	17	27	14	10	1	5

На выше перечисленных шахтах в 1 полугодии 2008 года в работе находилось (данные приведены без ОАО «Краснодонуголь») 320 очистных забоев (с учетом и выбывших за этот период). При этом на 34 шахтах в рабо-

те находилось по одной лаве, на 44 шахтах – по две, на 16 шахтах – по три, на 14 шахтах – по четыре, на 9 шахтах – по пять, на 7 шахтах – по шесть. Более шести забоев имели всего 6 шахт (шахты крутого падения). Наиболее полно линией очистных забоев обеспечены шахты ОАО «Павлоградуголь» и ОАО УК «Красноармейская-Западная №1». 147 лав отработывали выбросоопасные и угрожаемые пласты.

Несмотря на сложную газовую обстановку, большинство очистных забоев работало по сплошной и столбовой системам разработки. В таблице 2 показано распределение лав, работавших в 2008 году, по системам разработки.

Таблица 2

Распределение лав по системам разработки

Предприятие	Система разработки			
	Сплошная	Столбовая	Комбинированная	Камерная
ГП ДУЭК	10	5	3	-
ГП ш. им. Горького Ш гр.	-	-	1	-
ГП ш.17-17 бис. Ш гр.	1	-	1	-
ГП ш. «Куйбышевская»	1	-	-	-
ГОО «ш/у Донбассе»	7	-	-	-
ГП «ш/у Южнодонбасская №1»	-	6	-	-
ГП «Макеевуголь»	9	-	5	1
ГП «Красноармейскуголь»	1	4	1	-
ГП УК «Краснолиманская»	-	4	-	-
ГП «Селидовуголь»	1	7	-	-
ГП «Добропольеуголь»	-	13	-	-
ГП «Артемуголь»	20	7	7	-
ГП «Дзержинскуголь»	19	4	2	-
ГОО ш. Новодзержинская	3	-	-	-
ГП «Орджоникидзеуголь»	28	1	-	-
ГП «Шахтерскантрацит»	-	3	2	-
ГП ш/у им. Чапаева	4	1	-	-
ГП «Торезантрацит»	3	3	2	-
ГП «Снежноеантрацит»	-	4	-	-

ОП «ш. им. О.Ф. Засядько»	-	3	-	-
ОАО УК «Красноармейская-Западная №1»	-	7	-	-
ГП «Луганскуголь»	2	11	1	-
ГП «ш. Перевальская» Ш гр.	1	-	-	-
ГОО «ш. Белореченская»	-	1	1	-
ГП «Первомайскуголь»	-	8	-	-
ОАО «Лисичанскуголь»	-	4	-	-
ГП «Донбассантрацит»	-	6	4	-
ГП «Антрацит»	-	7	1	-
ГП «Ровенькиантрацит»	-	7	19	-
ГП «Свердловантрацит»	5	10	-	-
ОАО «Павлоград-уголь»	-	51	-	-
ГП «Львовуголь»	-	19	-	-
ГОО «щ. Надежда»	-	3	-	-
ГП «Волыньуголь»	-	11	-	-
Всего	115	211	49	1

Из указанных забоев оснащены комплексами нового технического уровня типа ДМ, КД-90, КДД, ДТ и др. 120 забоев, комплексами предыдущего поколения типа КД-80, КМТ. КМ103, КМ87, КМ88, КМК98 – 103 забоя, щитовыми агрегатами – 12 забоев, остальные забой оснащены индивидуальными крепями, 47 из них на пологом падении. Несмотря на это, суточная нагрузка на очистной забой на шахтах Украины остается довольно низкой и намного уступает другим угледобывающим странам мира. В таблице 3 приведено распределение забоев по величине суточной нагрузки.

Лишь 86 очистных забоев имеют суточную нагрузку более 1000 т/сут., а более 2000 т/сут.- всего 10 забоев. Еще 110 забоев имеют нагрузку от 400 до 1000 т/сут. Однако очень много забоев (в основном на шахтах крутого падения), которые добывают менее 100 т/сут.

Для увеличения нагрузки на очистной забой необходимо, прежде всего, завершить переоснащение очистных забоев комплексами нового технического уровня, расширить применение комбинированных систем разработки с

Таблица 3

Распределение лав по суточной нагрузке

Предприятие	Суточная нагрузка на забой, т/сут.								
	Менее 100	100-200	200-400	400-600	600-800	800-1000	1000-1500	1500-2000	Более 2000
ГП ДУЭК	4	2	5	2	3	-	2	-	-
ГП «ш. им. Горького»	1	-	-	-	-	-	-	-	-
ГП «ш.17-17бис»	2	-	-	-	-	-	-	-	-
ГП «ш.Куйбышевская»	-	-	1	-	-	-	-	-	-
ГОО «ш/у Донбасс»	-	-	-	3	1	-	3	-	-
ГП«ш/у Южно-донбасская №1»	-	-	3	-	2	1	-	-	-
ГП «Макеев-уголь»	3	1	2	2	1	3	3	-	-
ГП «Красноармейскуголь»	1	-	1	2	-	-	2	-	-
ГПУК «Краснолиманская»	-	-	-	1	1	-	1	-	1
ГП «Селидов-уголь»	-	2	1	-	-	2	2	-	-
ГП «Доброполье-уголь»	-	-	-	2	3	3	3	1	-
ГП «Артемуголь»	26	8	-	-	-	-	-	-	-
ГП «Дзержинскуголь»	17	5	1	-	-	-	-	-	-
ГОО ш. Ново-дзержинская	3	-	-	-	-	-	-	-	-
ГП «Орджоникидзеуголь»	26	1	-	-	-	-	-	-	-
ГП «Шахтерскантрацит»	2	-	-	-	2	1	-	-	-
ГП ш/у им. Чапаева	3	1	-	-	-	-	-	-	-

ГП «Торезантрацит»	1	4	1	1	-	-	1	-	-
ГП «Снежноеантрацит»	-	1	-	3	-	-	-	-	-
ОП «ш. им. О.Ф. Засядько»	-	-	-	-	1	-	1	1	-
ОАО УК «Кр.-Западная №1»	1	-	-	1	1	1	-	3	6
ГП «Луганск-уголь»	-	3	2	3	1	2	3	-	-
ГП «ш. Перевальская» Ш гр.	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ГОАО «ш.Белореченская»	-	-	-	-	-	-	2	-	-
ГП «Первомайск-уголь»	3	3	-	1	-	-	-	-	-
ОАО «Лисичанскуголь»	-	3	-	-	-	1	-	-	-
ГП «Донбассантрацит»	1	-	5	1	2	1	-	-	-
ГП «Антрацит»	-	-	1	1	2	1	-	1	1
ГП «Ровенькиантрацит»	4	1	5	4	1	1	5	3	-
ГП «Свердловантрацит»	1	-	1	1	1	1	5	3	2
ОАО «Павлоградуголь»	-	-	2	5	10	9	21	4	-
ГП «Львовуголь»	5	-	-	1	2	3	6	-	-
ГОАО «ш.Надежда»	-	-	1	2	-	-	-	-	-
ГП «Волыньуголь»	2	2	4	-	-	-	-	-	-
Всего	86	38	36	36	34	30	60	16	10

прямоточными схемами проветривания и подсыжением исходящей струи воздуха, внедрить наиболее эффективные схемы дегазации и меры по заблаговременному региональному предотвращению выбросов угля и газа. Необходимо шире внедрять для выемки угля струговые установки. В 2008 году в Украине работала всего одна струговая установка УСТ-4А на шахте «Заря» ГП «Снежноеантрацит». Необходимо полностью отказаться от применения широкозахватной техники. На втором этапе необходимо возобновить строи-

тельство новых шахт взамен закрывающихся. Без восполнения и обновления шахтного фонда и производственных мощностей, ни о какой реализации потенциальных возможностей угледобывающей отрасли Украины речь не идет.

Литература:

1. Карта сырьевых ресурсов твердых горючих ископаемых Украинской ССР. //В.Б.Шпакова, М.Х. Лейников, Н.А. Каминчук и др. – Киев: 1984, 191с.

ТРИЛЛЕР Е. А., РЯЗАНЦЕВ Н. А., КУРИННИЙ А.А. (КИИ ДонН-ТУ)

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ДОБЫЧИ УГЛЯ ШАХТОЙ «АЛМАЗНАЯ»

Розглянуто результати розробки проектних рішень по збільшенню видобутку вугілля на прикладі шахти «Алмазная».

Шахта «Алмазная» сдана в эксплуатацию в 1930 году с проектной мощностью 1300 т/сутки (390 тыс. т. в год). Развитие шахты осуществлялось по локальным проектам, которыми вопрос ее реконструкции после войны до настоящего времени не решался. Производственная мощность постоянно увеличивалась. По состоянию 1.01.2002 года она составляет 1000 тыс. т. в год. В 2007 г шахта выдала на гора 497750 т.

Неоднократные прирезки запасов по падению пластов привели к разбросанности горных работ, многоступенчатости транспорта и водоотлива и сложным условиям проветривания. В настоящее время при глубине основного горизонта 107 м горные работы ведутся: на пласте L3 в третьей ступени уклонного поля (глубина 830 м), на пласте L1 – во втором уклонном поле (глубина 500 м), на пласте М5-1 - в первой ступени (глубина 500 м).

В рассматриваемой работе поставлено две основные задачи:

- выполнить анализ сложившегося положения и на базе применения новых технологий ведения горных работ добиться резкого увеличения производственной мощности шахты;
- повысить безопасность ведения горных работ и добиться резкого снижения себестоимости угля.

Основными факторами, влияющими на производственную мощность шахты и безопасность ведения горных работ, является принятая система разработки и уровень механизации в очистных и подготовительных забоях, транспорт горной массы и система проветривания. Анализируя существующее положение, был сделан вывод, что применяемая система разработки не обеспечивает должной безопасности горных работ шахтерам и не дает возможности увеличить нагрузку на очистной забой.

На шахте «Алмазная» применяется столбовая система разработки с сечением штреков 11,2 м². Исходя из того, что шахта является сверхкатегорийной и работы ведется на больших глубинах, применение данной системы разработки является нерациональной, так как сказывается проявление газово-

го фактора, сдерживающего применение высокопроизводительных комплексов в очистных забоях.

Проветривание шахты осуществляется через центральнодвоенные стволы, что не дает возможности применить классическую комбинированную систему разработки с отведением исходящей струи через фланговые выработки. Исходя из этого, в магистерской работе была предложена новая система разработки.

Суть системы разработки заключается в том, что используется столбовая система разработки, но столбы проводятся сдвоенными выработками, которые сбиваются через определенное расстояние в зависимости от длины столба (рис 1). Данная система разработки позволяет организовать прямооточную систему проветривания, направляя исходящую струю через сбойку на дополнительную выработку, а не по вентиляционному штреку. Данная выработка используется как конвейерная при прохождении нового столба. Все выработки проводятся сечением $15,2 \text{ м}^2$, что позволит увеличить рабочее пространство и количество воздуха подаваемого в очистной забой.

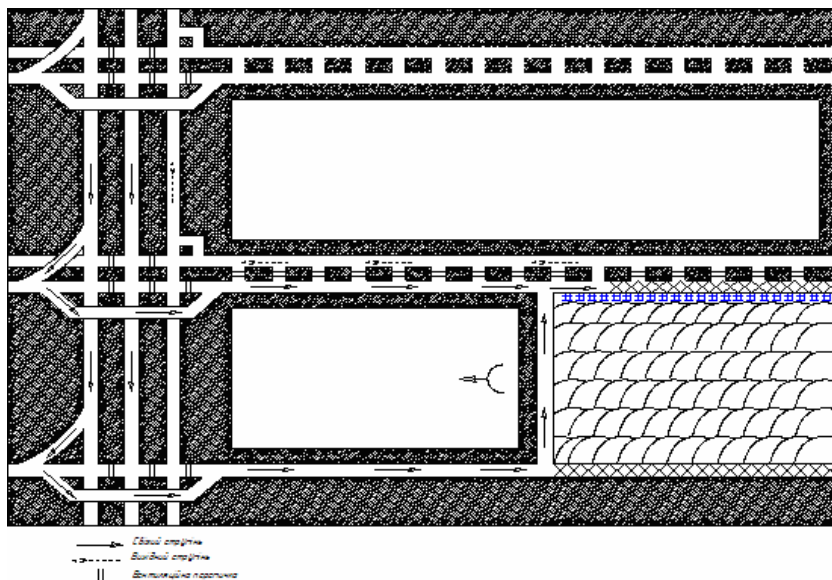


Рис1. Комбинированная система разработки

Предложенная система разработки позволяет увеличить в 1,5 ... 2 раза, по сравнению с проектными решениями института, нагрузку на очистной забой. Также благодаря увеличению сечения выработок решается вопрос снижения температуры рудничного воздуха и снижения содержания метана, как в очистном забое, так и в исходящей струе участка.

Дополнительно предложены мероприятия по дегазации угольных пластов и выработанного пространства. Дегазация участка проводится скважинами пробуренными на пласты спутники и дегазационными свечами. Дегазационные скважины бурятся впереди очистного забоя, а свечи устанавливаются в выработанном пространстве, где специально поддерживается выработка на протяжении определенного расстояния.

Уровень механизации также играет одну из основных ролей в получении высокой производительности. Оборудование, которое эксплуатируется на предприятии, давно отработало свой ресурс и не отвечает современным требованиям.

Основными причинами низкой эффективности эксплуатации широко применяемого до настоящего времени устаревшего горно-шахтного оборудования являются:

- малый ресурс и, как следствие, низкая в сравнении с машинами современного уровня надежность (2,5–5 тыс. часов против 15–40 тыс. часов);
- низкая энерговооруженность очистных комбайнов (160–200 кВт против 360–600 кВт у современных комбайнов);
- недопустимо высокая, превышающая нормы более чем в 3 раза, трудоемкость обслуживания устаревшего оборудования;
- отсутствие на большинстве шахт квалифицированных кадров для обслуживания и ремонта ГШО.

Учитывая изложенное в работе предложено в очистных забоях использовать очистной механизированный комплекс МДТРА.

Комплекс МДТРА предназначен для поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве лавы при отработке пластов мощностью 1,1-3,5м (три типоразмера) с производственной мощностью 1500-10000 т/сут. Комплекс оснащен системой электрогидравлического дистанционного управления ЭГДУ, разработанной ГП «Донгипроуглемаш» и ОАО «Автомат-гормаш им. В.А. Антипова». Состав комплекса приведен в таблице 1.

Таблица 1

Оборудование, входящее в состав механизированного комплекса.

Оборудование	Тип
Механизиров. гидравл. крепь	ДТРА
Очистной комбайн	КДК500
Скребковый конвейер	КСД27
Маслостанция	СНД300/40

Основными преимуществами предложенного комплекса является механизированная крепь ДТРА, позволяющая осуществлять передвижку секций без участия человека благодаря электрогидравлического дистанционного управления ЭГДУ и очистной комбайн КДК500 обладающий высокой произ-

водительностью (8 т/мин, при сопротивляемости угля резанию 360 кН/м), а также комбайн оснащен пультом дистанционного управления, позволяющим управлять комбайном со штрека.

Расчеты показывают, что предложенный очистной комплекс и система разработки при средней мощности пласта L_3 , равной 1,99 м, и длине лавы, равной 300 м, суточная добыча участка достигает показателя до 5,5 тыс. т. Также благодаря дегазационным мероприятием каптируется около 250 м³/мин метановоздушной смеси с концентрацией 25%, которая в дальнейшем может использоваться на нужды предприятия.

Исходя из полученных результатов был поднят вопрос о усовершенствовании транспортной цепочки доставки горной массы и выдачи ее на поверхность и вентиляционной установки шахты.

Шахта имеет два наклонных ствола по которым осуществляется доставка вспомогательных материалов и выдача горной массы на поверхность.

Анализируя существующее положение по доставке горной массы на шахте «Алмазная» мы пришли к выводу, что с точки зрения технико-экономических показателей данный способ доставки является не рентабельным. Это аргументируется тем, что:

- горная масса доставляется с горизонта 830 до 107 м;
- протяженность выработок составляет более 9 км;
- износ конвейерного транспорта составляет более 60%;
- большие энергетические затраты;
- большие потери горной массы и затраты на поддержание конвейерных выработок.

Для решения выше перечисленных проблем принимаем решение оборудовать ствол №19 скиповой подъемной установкой. Проектом предусматривается эксплуатация ствола с годовой производительностью в 3500 тыс. т в год. Принимаем скип 2СН25-2 и многоканатную подъемную машину наземного базирования МК-5?2. Принимая данную комплектацию подъемной установки получаем такие достоинства:

- высокая производительность;
- простота в использовании;
- возможность полной автоматизации работы установки;
- возможность совершенствования и наращивания мощности установки.

Внедрение предлагаемых решений по увеличению производительности шахты предусматривает значительное увеличение нагрузок на очистные, проходческие забои, смену системы разработки и увеличение поперечного сечения выработок, что напрямую связано с увеличением расхода воздуха на их проветривание.

Для решения проблем связанных с реализации поставленной задачи предлагается существующую вентиляционную установку ствола №19, оборудованную вентиляторами ВЦД-31,5М, заменить на вентиляционную уста-

новку, оборудованную более производительными вентиляторами ВЦД-47,5УМ. В качестве воздухоподающего ствола будет использоваться ствол №20.

Данное решение позволит увеличить в несколько раз количество подаваемого воздуха в шахту, решить проблему с увеличением нагрузки на лаву и проходческие забои, также благодаря увеличению поперечного сечения выработок и увеличения расхода воздуха решается проблема температуры шахтной среды.

Перечисленные предложения по увеличению производительности предприятия позволят в кратчайшие сроки выйти на показатель в 3,5 млн. т. в год, что в 2 раза выше показателя заявленного институтом.

ТРИЛЛЕР Е. А., КУРИННИЙ О. О. (КИИ ДонНТУ)

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОЙМОСТИ УГЛЯ ШАХТЫ «АЛМАЗНАЯ» ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Авторами розглянуто спосіб зниження собівартості вугілля шляхом удосконалення системи енергозабезпечення на прикладі шахти «Алмазная»

Проводимая ценовая политика, заставляет все предприятия Украины искать более дешевые источники электро- и теплоэнергии. За последние 10 лет расходы горных предприятий по израсходованной электроэнергии возросли почти в 10 раз. На сегодняшний день средняя стоимость одного кВт·ч электроэнергии, приобретенной в электрических сетях Донбасса, составляет около 50 коп.

В развитых странах Европы огромное внимание уделяется полному использованию не только природных источников энергии, но и переработке различных горючих мусорных отходов, горючих газов металлургии, метановоздушной смеси угольных шахт. Попутный доменный или бытовой газ, полученный при переработке отходов мусорных свалок, или метановоздушная смесь из угольных шахт сжигается в газопоршневых когенерационных установках с получением электрической и тепловой энергий, а иногда и холода.

Шахта «Алмазная» по метановыделению отнесена к сверхкатегорной с относительной метанообильностью 42,55 м³/т. Основным источником метановыделения являются пласт L₃ и его спутники (пласты L₄, L₅, L₄₋₁). Расчеты показывают, что при суточной добыче с одной лавы до 5500 тонн при выполнении дегазационных мероприятий может извлекаться около 250 м³/мин метановоздушной смеси концентрацией 25%.

Использование когенерационного способа производства электроэнергии и тепла дает огромную экономию топлива. Капитальные вложения в такую энергетику значительно ниже, чем в крупные ТЭЦ. Зарубежная практика последних лет показывает, что они составляют \$550-800 на 1кВт установленной мощности, против 1200-1400 \$ на 1кВт в крупные ТЭЦ.

Проводя сравнительный анализ мировых производителей когенерационных установок, было отдано предпочтение газопоршневым установкам мощностью 3,035 МВт австрийской фирмы GE Jenbacher, приспособленных работать на метановоздушной смеси с различной концентрацией метана вплоть до минимальной, равной 25 %.

Основными трудностями при внедрении таких установок в условиях угольных шахт является отсутствие узлов промышленного производства подготовки метановоздушной смеси перед сжиганием ее в газопоршневых уста-

новках. Известно, что в состав метановоздушной смеси входят пары воды, примеси различных твердых частиц, которые нарушают нормальную работу газопоршневых установок. Фирма «Синапс» имеет опыт разработки и использования таких узлов в условиях шахты им Засядько, где суммарная мощность таких установок по производству электроэнергии превышает 40000 кВт, однако ее опыт из-за отсутствия должной информации, пока не доступен для промышленного производства.

В данной работе для решения этой проблемы была предложена схема подготовки метановоздушной смеси (рис.1). Установка подготовки метановоздушной смеси состоит из: блока контроля установки, блока смешивания метановоздушной смеси с получением воздушной смеси с определенной концентрацией метана, непосредственно самой установки и блока контроля метановоздушной смеси.

Блок контроля установки – это процессор, который производит контроль подготовки метановоздушной смеси по влажности с удалением механических примесей. Он следит за работой всех датчиков, электрических клапанов и распределителей, обеспечивает безопасность работы, анализирует рабочее состояние устройств установки, контролирует готовность и качество газовой смеси. Блок контроля работает параллельно с блоком контроля газопоршневых установок, сообщает информацию о состоянии установки и метановоздушной смеси.

Блок смешивания предназначен для получения газовой смеси с концентрацией газа не менее 25% независимо от концентрации метана в основном исходном продукте.

Установка подготовки предназначена для очистки, обезвоживания и нагрева подготавливаемой метановоздушной смеси. Установка разделена на два параллельных канала, рассчитанных на номинальный расход газа (сто процентное резервирование).

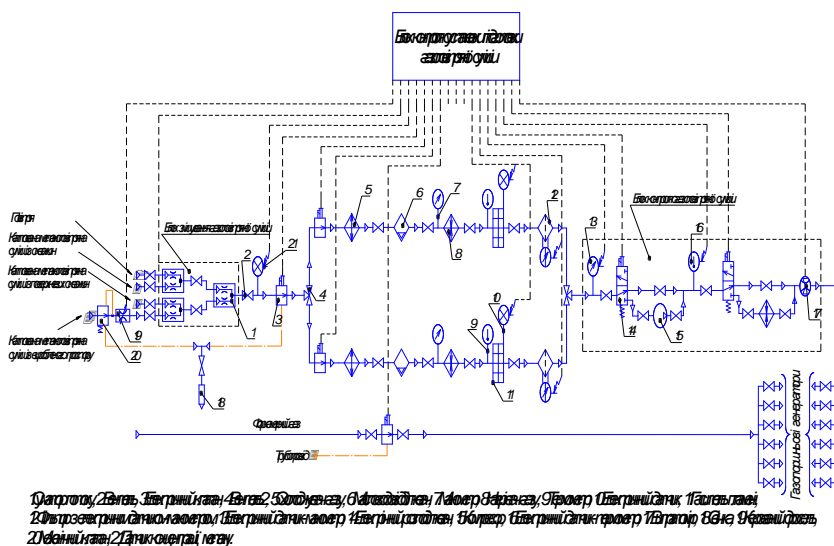
Блок контроля газовой смеси предназначен для контроля давления, температуры и расхода смеси.

Особенностью данных газопоршневых установок фирмы GE Jenbacher является необходимость в форкамерном газе с концентрацией метана 33%, поступающем в головку цилиндров. Для приготовления форкамерного газа необходим природный газ или метановоздушная смесь концентрацией более 33 %.

На шахте «Алмазная» отсутствует возможность подведения природного газа. Для решения данной проблемы предлагается применять предварительную дегазацию крупных геологических нарушений проходящих через газоносный пласт L_3 и его спутники с помощью скважин пробуренных с поверхности.

Через вертикальные скважины, пробуренные с поверхности, самопроизвольно высвобождается практически чистый метан ($CH_4 > 90\%$), так как в геологических нарушениях он находится под высоким давлением и его ко-

Благодаря внедрению когенерационных установок шахта «Алмазная» сможет получать дешевую электрическую и тепловую энергии суммарной мощностью около 23000 кВт, за счет чего существенно снизится себестоимость одной тонны добытого угля. Также реализация предложений по утилизации шахтного метана позволит сократить его выбросы в атмосферу, что очень важно, так как по сокращению таких выбросов занимается все прогрессивное человечество.



когенерационных установок

ТРИЛЛЕР Е.А., ПЕТЕЛИН Э.А., НАДЕЕВ Е.И.,
 НЕМЦЕВ Э.Н., ГАНЗА А.И., КАЛИНИЧЕНКО В.В. (КИИ ДонНТУ)

ВЫБОР НАСОСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В КОПРАХ И НАДШАХТНЫХ ЗДАНИЯХ

Здійснено розрахунок та вибір насосів і трубопроводів для тушіння пожежі в копрах та надшахтних будівлях з теоретичної і практичної точок зору та з точки зору правил безпеки.

Расчёт и выбор насосов и трубопроводов для тушения пожара в копрах и надшахтных зданиях, на наш взгляд, может рассматриваться с нескольких точек зрения: теоретической, требований правил безопасности и прикладной.

1. Теоретический аспект

Рассчитывая сложную разветвлённую сеть трубопроводов, иногда приходится решать систему уравнений методом последовательных приближений, что усложняет решение поставленной задачи и за этим теряется физический смысл явления в гидросистеме.

В работе предлагается составить общее уравнение разветвлённой гидравлической сети на основании закона сохранения энергии.

Энергия, переданная насосом в гидравлическую сеть, расходуется на подачу жидкости потребителям и её расход на преодоление гидравлических сопротивлений и подачу жидкости на заданную высоту.

Составим уравнение сохранения секундной гидравлической энергии жидкости в системе трубопроводов от насоса до точки истечения жидкости у потребителей:

$$E_k + E_p = \sum_{i=1}^j E_{ki} + \sum_{i=1}^{\ell} E_{pi} + \sum_{i=1}^m E_{gi} + \sum_{i=1}^n E_{ri}, \quad (1)$$

где E_k – кинетическая энергия, переданная насосом в сеть, Дж,
 E_p – потенциальная энергия, переданная насосом в сеть, Дж,

$\sum_{i=1}^j E_{ki}$ – сумма кинетических энергий жидкости в выходных сечениях потребителей, Дж,

$\sum_{i=1}^{\ell} E_{pi}$ – сумма потенциальных энергий жидкости на уровне выходных сечений потребителей, Дж,

$\sum_{i=1}^m E_{gi}$ – сумма потерь энергии на гидравлическое трение, Дж,

$\sum_{i=1}^n E_{pi}$ – сумма потерь энергий на местных сопротивлениях,

Дж.

Поскольку мы рассматриваем расход энергии за секунду, то уравнение (1) можно назвать уравнением баланса мощности и записать в следующем виде:

$$N_k + N_p = \sum_{i=1}^j N_{ki} + \sum_{i=1}^{\ell} N_{pi} + \sum_{i=1}^m N_{gi} + \sum_{i=1}^n N_{pi}, \quad (2)$$

где N_k – мощность, переданная насосом на покрытие потерь напора (для цилиндрического трубопровода), Вт,

$$N_k = \frac{v^2 \rho Q}{2} = \frac{Q^3 \rho \pi}{2 S^2} = \frac{8 Q^3 \rho \pi}{\rho D_t^4}, \quad (3)$$

v – скорость движения потока жидкости, м/с,

ρ – плотность потока жидкости, кг/м³,

Q – подача насоса (объёмный расход жидкости), м³/с,

S – площадь поперечного сечения трубопровода, м²,

D_t – диаметр нагнетательного трубопровода насоса, м,

N_p – мощность, переданная насосом для перемещения жидкости на уровень выходных сечений потребителей, Вт:

$$N_p = P \cdot Q, \quad (4)$$

P – избыточное давление, создаваемое насосом, Па.

$\sum_{i=1}^j N_{ki}$ – мощность движущегося потока жидкости в выход-

ных сечениях потребителей, Вт:

$$\sum_{i=1}^j N_{ki} = \sum_{i=1}^j \frac{8 Q_i^3 \rho \pi}{\rho D_i^4}, \quad (5)$$

Q_i – объёмный расход жидкости в трубопроводе i -го потребителя, м³/с,

D_i – диаметр трубопровода i -го потребителя, м,

$\sum_{i=1}^{\ell} N_{pi}$ – мощность, расходуемая на преодоление противодав-

ления, Вт:

$$\sum_{i=1}^{\ell} N_{pi} = \sum_{i=1}^{\ell} Q_i \gamma \Pi H_i, \quad (6)$$

H_i – геометрическое положение выходного сечения i -го потребителя относительно плоскости сравнения, м

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ,

$\sum_{i=1}^m N_{gi}$ – потери мощности на местных сопротивлениях, Вт:

$$\sum_{i=1}^m N_{gi} = \sum_{i=1}^m A_{gi} \ell_i Q_i^3 \gamma, \quad (7)$$

A_{gi} – единичное сопротивление по длине (сопротивление прямой трубы длиной 1 м) i -го потребителя¹, $\text{с}^2/\text{м}^6$,

ℓ – длина i -го трубопровода, м,

$\sum_{i=1}^n N_{ri}$ – потери мощности на местных сопротивлениях, Вт:

$$\sum_{i=1}^n N_{ri} = \sum_{i=1}^n \xi_i A_{ri} Q_i^3 \gamma, \quad (8)$$

ξ_i – коэффициент местного сопротивления²,

A_{ri} – единичное местное сопротивление (сопротивление фасонной детали)³, $\text{с}^2/\text{м}^5$.

¹ Величина A_{gi} выбирается из таблиц прил. 5 [1]

² Величина ξ_i выбирается из таблиц прил. 4 [1]

³ Величина A_{ri} выбирается из таблиц прил. 5 [1]

После подстановки всех составляющих в уравнение баланса мощности, получим, Вт:

$$\frac{8Q^3 \gamma \Pi}{\gamma^2 \Pi_i^4} + PQ = \sum_{i=1}^j \frac{8Q_i^3 \gamma \Pi}{\gamma^2 \Pi_i^4} + \sum_{i=1}^{\ell} Q_i \gamma \Pi H_i + \sum_{i=1}^m A_{gi} \ell_i Q_i^3 \gamma + \sum_{i=1}^n \xi_i A_{ri} Q_i^3 \gamma, \quad (9)$$

Принимая во внимание, что напор насоса определяется из выражения, м:

$$H = \frac{P}{\gamma \Pi_i}, \quad (10)$$

разделим обе части уравнения (9) на ρg и реши его относительно H :

$$\frac{8Q^3 \Gamma \Pi}{\Gamma^2 D_t^4 g} + HQ = \sum_{i=1}^j \frac{8Q_i^3}{\Gamma^2 D_i^4 g} + \sum_{i=1}^{\ell} Q_i H_i + \sum_{i=1}^m A_{gi} \ell_i Q_i^3 + \sum_{i=1}^n \Gamma_i \mathbf{M}_{\Pi} Q_i^3,$$

получим необходимый напор насоса, м:

$$H = \frac{1}{Q} \left(\sum_{i=1}^j \frac{8Q_i^3}{\Gamma^2 D_i^4 g} + \sum_{i=1}^{\ell} Q_i H_i + \sum_{i=1}^m A_{gi} \ell_i Q_i^3 + \sum_{i=1}^n \Gamma_i \mathbf{M}_{\Pi} Q_i^3 - \frac{8Q^3 \Gamma \Pi}{\Gamma^2 D_t^4 g} \right), \quad (11)$$

из уравнения неразрывности потока подача насоса определяется как, м³/с:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (12)$$

2. Требования правил безопасности

Анализ требований правил безопасности [2] показывает, что в последних практически отсутствует информация о расходе воды для тушения пожара в копрах и надшахтных зданиях.

Данная информация представлена в "Инструкции по противопожарной защите угольных шахт" как дополнение к п.6.1.3 "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах". Так, например, в п.2.2 данной инструкции указано, что "Разводка пожарных трубопроводов на поверхности шахты, расход воды на наружное пожаротушение, водозаборные сооружения и насосные станции должны удовлетворять требованиям строительных норм и правил".

В п.2.8 ограничиваются минимальные значения диаметров трубопроводов: "... к каждому стволу шахты и между зданиями и сооружениями прокладывается водопровод расчётным диаметром, но не менее 100 мм между зданиями и не менее 150 мм – к стволам".

Как следует из п.2.9 "Для противопожарной защиты стволов и приёмных площадок в надшахтном здании устанавливается не менее трёх пожарных кранов условным диаметром 70 мм ... и ... у пожарных кранов должны находиться пожарные рукава со стволами".

Что касается кольцевых трубопроводов с оросителями в устьях стволов, то в соответствии с п.2.10 они "должны обеспечить расход воды: при негорючей крепи ствола – не менее 0,00055 м³/с (2 м³/ч) на 1 м² поперечного сечения; при горючей крепи ствола – не менее 0,00166 м³/с (6 м³/ч) на 1 м² поперечного сечения".

Из п.2.11 для "орошения шкивов и подшивной площадки расход воды на пожаротушение должен быть не менее 0,007 м³/с (25 м³/ч) при давлении у оросителей не менее 0,4 МПа (4 кгс/см²)".

Относительно помещений башенных копров категории А, Б и В в п.2.12 сказано, что они "должны оборудоваться внутренним пожарным трубопроводом в соответствии со строительными нормами и правилами".

Таким образом, мы имеем все необходимые граничные условия для проведения расчёта.

Зная, что диаметр трубопровода определяется как, м:

$$D_i = \sqrt{\frac{4Q_i}{\rho v}},$$

где v – скорость движения потока жидкости в трубопроводе, $v = 1,2?1,7$ м/с.

При заданном значении Q_i для i -го трубопровода можно определить необходимую минимальную величину D_i , обеспечивающую расход жидкости в соответствии с требованиями правил безопасности.

Интересным является тот факт, что в правилах безопасности **не оговорена** (выделено авторами) необходимость одновременной работы всех потребителей, что позволяет подбирать насосы с меньшей подачей, а следовательно более низкой стоимости. Однако данный факт является спорным с той точки зрения, что насосная установка должна быть рассчитана для эксплуатации в экстремальных (наиболее нагруженных) условиях.

3. Прикладное решение

Проведём расчёт разветвлённого трубопровода и выбор насоса для тушения пожара в копре главного подъёма на примере шахты "Родинская" ПО "Красноармейскуголь". Исходные данные для расчёта представлены в табл. 1. Расчётная схема разветвлённой гидравлической сети приведена на рис. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчёта пожарного трубопровода и выбора насоса

№ п/п	Наименование потребителя	Расход воды (Q_i), $\text{м}^3/\text{с}$
1	Орошение подшивной площадки и шкивов	0,00700 $\text{м}^3/\text{с}$
2	Пожарный ствол внутреннего пожаротушения	0,00500 $\text{м}^3/\text{с}$
3	Водяная завеса в устье ствола	0,01572 $\text{м}^3/\text{с}$
4	Наружное пожаротушение	0,01000 $\text{м}^3/\text{с}$
5	Общий расход воды	0,03772 $\text{м}^3/\text{с}$
		(136 $\text{м}^3/\text{ч}$)

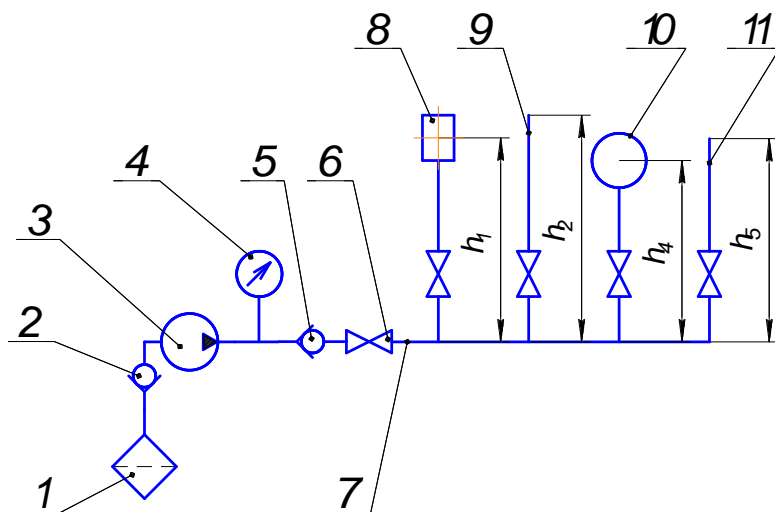


Рис. 1 - Расчётная схема разветвлённой гидравлической сети
 1 - фильтр, 2 - обратный клапан, 3 - насос, 4 - манометр, 5 - обратный клапан,
 6 - задвижка, 7 - нагнетательный трубопровод, 8 - дренажная установка
 орошения подкивной площадки, 9 - пожарный ствол внутреннего пожаротушения,
 10 - пожарный ствол внешнего пожаротушения,
 11 - дренажная установка водяной завесы главного ствола

Согласно характеристики насоса ЦНС 180-90 при подаче 136 м³/ч напор насоса равен 92,5 м, что соответствует области оптимального режима работы насоса.

Список литературы.

1. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991. – 331 с.: ил.
2. НПАОП 10.0-1.01-05 Правила безпеки у вугільних шахтах. Управління організації державного нагляду у вугільній промисловості департаменту державного гірничого нагляду Державного комітету України з нагляду за охороною праці, Департамент з надзвичайних ситуацій і охорони праці Міністерства палива та енергетики України на підставі постанови Кабінету Міністрів України від 18.02.2004 р. №186. К.: "Відлун-

ня", 2005. – 398 с.

3. Збірник інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах. Державний комітет України з нагляду за охороною праці, Міністерство палива та енергетики України на підставі постанови Кабінету Міністрів України від 06.07.2002 р. №939. Донецьк: АТ "Видавництво "Донеччина", 2003. – 416 с.: іл.

УДК 622.245.5

ТРИЛІСЕР Є.А., НАДЄСВ Є.І., КАЛИНИЧЕНКО В.В.,
ГАНЗА А.І., НЕМЦЕВ Е.М.

(КП ДонНТУ)

РОЗРАХУНОК БАРБОТАЖНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ЕРЛІФТА

Визначено закони розподілу тиску і щільності суміші вздовж піднімальної труби ерліфта при барботажному режимі.

Основною задачею при розрахунку барботажного режиму є визначення максимальної витрати повітря. Для визначення максимальної витрати повітря необхідно вивчити фізичні явища, що протікають у піднімальній трубі ерліфта на барботажному режимі: закон зміни щільності і тиску вздовж піднімальної труби ерліфта. Газорідинний стовп умовно представимо з двох компонентів: води, розташованої вздовж стінок піднімальної труби, і газового стрижня перемінного перетину. Тиск у газовому стрижні змінюється по ізотермічному закону [1]:

$$\frac{dP}{P} = -g \frac{dz}{RT}, \quad (1)$$

де P – абсолютний тиск, Па;

g – прискорення сили ваги, м/с²;

z – координата обраного перетину, м;

R – газова постійна повітря, Дж/кг °К;

T – абсолютна температура повітря в ерліфті, °К.

Ізотермічний закон зміни тиску обумовлений технічними умовами ерліфта, відмінними від закону розподілу тиску в стовпі повітря над землею кулею. Уведемо коефіцієнт A , який буде враховувати фізичні умови на виході з піднімальної труби ерліфта, тобто фізичні умови навколишнього середовища :

$$\frac{dP}{P} = -Ag \frac{dz}{RT}, \quad (2)$$

Після інтегрування рівняння (2) приєме вид:

$$\ln P = -Ag \frac{z}{RT} + C_1, \quad (3)$$

Підставляючи початкові значення параметрів у змішувачі $z = 0$, $P = P_1$ та кінцеві – у повітродіподілювачі $z = H+h$, $P = P_0$, одержуємо значення коефіцієнта A и постійної інтегрування C_1

$$C_1 = \ln P_1; \quad A = -\frac{\ln \frac{P_0}{P_1}}{g \frac{H+h}{RT}}, \quad (4)$$

де h – глибина занурення змішувача, м;

H – висота подачі ерліфта, м;

P_0 – атмосферний тиск, Па;

P_1 – абсолютний тиск у змішувачі, Па.

Після підстановки (4) у (3) і потенціювання одержуємо рівняння закону зміни тиску в піднімальній трубі ерліфта P :

$$P = P_1 \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{z}{H+h}}. \quad (5)$$

З'ясуємо закон зміни щільності газорідинної суміші вздовж піднімальної труби.

На елементі висотою dz тиск зменшується на величину dP :

$$dP = -\rho_{cm} g dz, \quad (6)$$

де ρ_{cm} – щільність суміші в піднімальній трубі ерліфта, кг/м^3 .

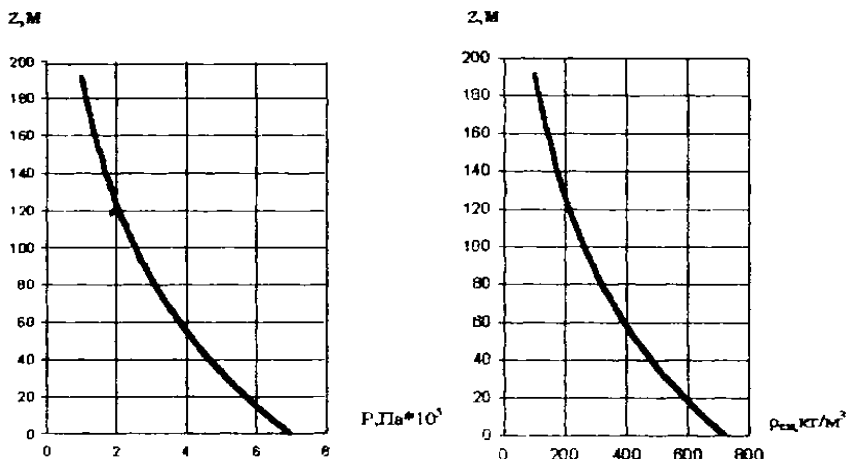
Рівняння (6) перепишемо у виді:

$$\rho_{cm} = -\frac{dP}{g dz}. \quad (7)$$

Вирішуючи спільно (5) і (7) одержимо рівняння зміни величини щільності суміші вздовж піднімальної труби:

$$\rho_{cm} = \frac{P_1 \ln \frac{P_1}{P_0} \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{z}{H+h}}}{g(H+h)}. \quad (8)$$

Графіки зміни тиску і щільності суміші вздовж піднімальної труби довгого ерліфта представлені на мал.1., короткого ерліфта - на мал.3.



Мал.1 Графіки зміни тиску та щільності суміші в піднімальній трубі довгого ерліфта

Правильність виконаного рішення перевіримо через значення середньої щільності суміші, отриманої в науково-дослідних роботах працівників ДонНТУ, що має вигляд

$$\rho_{см} = \alpha \rho = \rho \frac{h}{H + h}, \quad (9)$$

де α – відносне занурення ерліфта;

ρ – щільність води, кг/м^3 .

Для чого визначимо середнє значення щільності суміші, використовуючи рівняння (8):

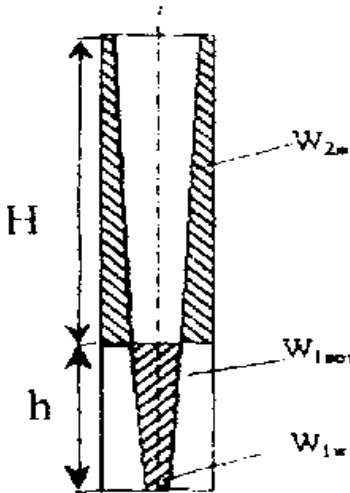
$$\rho_{см} = \frac{\int_0^{H+h} \rho_{см} dz}{H + h} = \rho \frac{h}{H + h} = \alpha \rho, \quad (10)$$

що підтверджується рівнянням (9).

Установимо масу рідини, яка знаходиться в піднімальній трубі ерліфта, за виразом:

$$m_{ж} = \frac{\pi d^2}{4} \int_0^{H+h} \rho_{см} dz = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{P_0}{Pg} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\alpha-1} - 1 \right] \quad (11)$$

де d – діаметр прохідного перетину труби, м.



Визначимо обсяг повітря $W_{\text{воз}}$, що знаходиться в піднімальній трубі на ділянці від 0 до h .

$$W_{\text{воз}} = W_{\text{кш}} W_{\text{жс}}$$

$$(12)$$

де $W_{\text{воз}}$ – обсяг, який займає стовп рідини висотою h при відсутності подачі повітря, м^3 ;

$W_{\text{жс}}$ – обсяг рідини, який знаходиться в суміші, укладеної в елементі труби висотою h при барботажному режимі, м^3 .

Мал. 2 Прийнята схема розташування обсягів води та повітря в піднімальній трубі

З урахуванням залежностей (5), (8) і (11) отримуємо:

$$W_{\text{вот}} = \frac{P_1}{\rho g} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \left(1 - \frac{P_0}{P_1} \right) - \frac{\int_0^h \rho_{\text{см}} S_{\text{мп}} dz}{\rho} = \frac{P_1}{\rho g} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \left[1 - \frac{P_0}{P_1} - 1 + \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{h}{H+h}} \right] = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{P_0}{\rho g} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\alpha-1} - 1 \right]. \quad (12)$$

Таким чином, порівнюючи отримані значення $W_{\text{вот}}$ і $W_{\text{ж}}$, робимо висновок про те, що обсяг рідини в суміші, розташованій в піднімальній трубі вище рівня рідини у водозбірнику, дорівнює обсягові, витиснутому повітрям з обсягу рідини, розташованого нижче рівня води у водозбірнику.

Визначимо погрішність між теоретично отриманою залежністю (5) і лінійним законом розподілу тиску вздовж піднімальної труби ерліфта (мал.4.), який прийнятий в наукових роботах ДонНТУ.

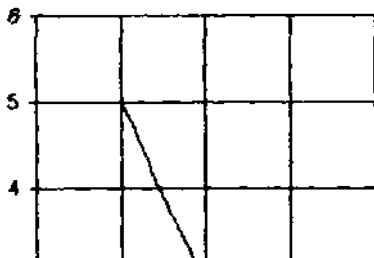
Лінійний закон розподілу тиску уздовж піднімальної труби має вигляд:

$$P_z = \frac{P_0 - P_1}{H + h} z + P_1, \quad (13)$$

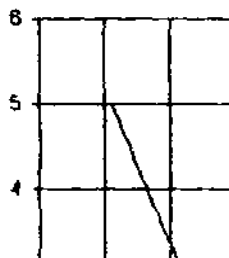
$$m_{\text{ж}} = \int_0^{H+h} \rho_{\text{см}} S_{\text{мп}} dz = \int_0^{H+h} \frac{P_1 \ln \frac{P_1 \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{z}{H+h}}}{P_0}}{g(H+h)} \cdot \frac{\pi d^2}{4} dz =$$

$$= \frac{P_1}{g} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \left(1 - \frac{P_0}{P_1} \right) = \left(\frac{P_0 + \rho g h}{g} - \frac{P_0}{g} \right) \frac{\pi d^2}{4} = \rho h \frac{\pi d^2}{4}. \quad (14)$$

З,М



З,М

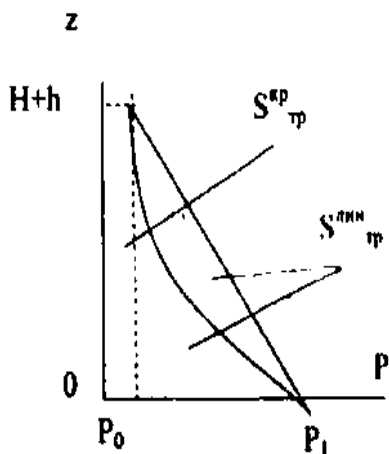


Мал. 3 Графіки зміни тиску і щільності суміші в піднімальній трубі короткого ерліфта

Таким чином, рівняння (10) і (11) підтверджують закон розподілу тиску і щільності суміші вздовж піднімальної труби ерліфта при барботажному режимі.

Визначимо обсяг рідини $W_{2ж}$, що знаходиться в суміші на ділянці труби висотою від h до $H+h$ (мал.2) при барботажному режимі:

$$W_{2ж} = \frac{\int_h^{H+h} \rho_{см} S_{mp} dz}{\rho} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{P_1}{g} \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{z}{H+h}} \bigg|_{H+h}^h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{P_1}{g} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{h}{H+h}} - \frac{P_0}{P_1} \right] \quad (15)$$



Відносна погрішність визначення тиску при використанні лінійного закону розподілу і теоретично отриманої залежності визначиться як:

$$\delta_p = \frac{|S_{mp}^l - S_{mp}^{kp}|}{S_{mp}^{kp}} 100\% \quad (16)$$

де S_{mp}^l – площа трапеції, обмеженої лінійним законом розподілу тиску, m^2 ;

S_{mp}^{kp} – площа трапеції, обмеженої криволінійним законом розподілу тиску, m^2 .

Мал.4 До розрахунку погрішності розподілу тиску

Відносна погрішність при використанні лінійного закону розподілу тиску для визначення величини тиску в піднімальній трубі дослідного довгого ерліфта складає 29,65%, короткого – 0,11%.

Таким чином, для довгих ерліфтів застосування лінійного закону розподілу тиску вздовж піднімальної труби при барботажному режимі неприпустимо. У коротких ерліфтах закон розподілу тиску вздовж піднімальної труби близький до лінійного, тому для таких ерліфтів може застосовуватися лінійний закон зміни тиску.

Список джерел:

1. Исследование турбулентных течений двухфазных сред / Под ред. Кутателадзе С.С. Новосибирск, 1973.
2. Костанда В.С. Экспериментальное исследование эрлифта с переменными α и D в условиях откачки ствола. Труды донецкого политехнического института. Том 62, выпуск 12 "Гидромеханизация". Сталино, 1961.
3. Логвинов Н.Г., Надеев Е.И., Триллер Е.А., Гого В.Б. Расчет гидравлического трения и скольжения фаз газожидкостной смеси в эрлифтах. Донецкий политехнический институт. – Деп в ЦНИИЭИ уголь. Стр. № 3957 – М., 1987.

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В КОЛЬЦЕВОЙ ЩЕЛИ РАЗГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ШАХТНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Теоретично визначені втрати тиску в кільцевій щілині розвантажувального пристрою шахтних відцентрових насосів з урахуванням частоти обертання ротора

Основными элементами разгрузочного устройства являются: диск разгрузки – 1; разгрузочные кольца – 2,3; втулка разгрузки – 4; дистанционная втулка – 5 (рис.1). Кольцевая щель образуется между дистанционной втулкой и втулкой разгрузки. При исследованиях и расчетах разгрузочных устройств для определения потерь давления в кольцевой щели используется выражение:

$$P_1 - P_2 = \left(1,5 + \frac{\lambda_K l_{\text{вт}}}{2b_K}\right) \frac{\rho}{2} v^2,$$

(1)

где P_1 — давление воды на входе в кольцевую щель; P_2 — давление воды на выходе из кольцевой щели; λ_K — коэффициент трения в кольцевой щели;

$l_{\text{вт}}$ — длина втулки разгрузки; b_K — ширина кольцевой щели; ρ — плотность воды; v — скорость воды в кольцевой щели.

Скорость v определяют из выражения

$$v = \frac{Q_p}{2\pi R_{\text{вт}} b_K},$$

где Q_p — расход воды через разгрузку; $R_{\text{вт}}$ — радиус дистанционной втулки.

При определении выражения (1) делалось допущение, что обе втулки 4 и 5 неподвижны. Если учесть, что дистанционная втулка вращается вместе с ротором насоса с частотой n , то следует принять, что скорость воды в кольцевой щели необходимо определять по формуле

$$v_K = \sqrt{v_{KI}^2 + v_{Kr}^2},$$

где $v_{Kl} = \frac{Q_p}{2\pi R_{\text{em}} b_K}$ — составляющая скорости, которая направлена вдоль длины втулки l_{em} и обусловлена разность давлений воды P_1 и P_2 (из определения v_{Kl} следует, что $v_{Kl} = v$); $v_{Kr} = \pi n R_{\text{em}}$ — составляющая скорости, которая направлена перпендикулярно радиусу R_{em} и длине l_{em} . Ввиду того, что одна втулка неподвижна, а вторая вращается с частотой n , составляющая скорости воды v_{Kr} была принята в два раза меньше соответствующей линейной скорости дистанционной втулки на радиусе R_{em} . Тогда

$$v_K = \sqrt{\left(\frac{Q_p}{2\pi R_{\text{em}} b_K}\right)^2 + (\pi n R_{\text{em}})^2} . \quad (2)$$

Время за которое частицы воды будут двигаться в кольцевой щели $t = \frac{l_{\text{em}}}{v_{Kl}}$. Тогда длина пути движения частиц воды в кольцевой щели определится из выражения

$$l = v_K t = l_{\text{em}} \sqrt{1 + \left(\frac{2\pi^2 R_{\text{em}}^2 n b_K}{Q_p}\right)^2} . \quad (3)$$

Таким образом, потери давления в кольцевой щели с учетом частоты вращения ротора насоса определяются по формуле

$$P_1 - P_2 = (1,5 + \frac{\lambda_K l}{2b_K}) \frac{\rho}{2} v_K^2 , \quad (4)$$

где v_K и l определяются соответственно из (2) и (3).

Выражения для торцевой щели между кольцами 2 и 3 (рис.1) с учетом частоты вращения ротора насоса были получены ранее в [1]. Формулу (4) и зависимости полученные в [1] можно использовать для анализа работы и расчета дисковых разгрузочных устройств шахтных центробежных насосов.



Рис. 1 - Дисковое разгрузочное устройство

Библиографический список:.

1. Технології і охорона праці у гірничій промисловості. Зб.матеріалів регіональної наук. практ.конф., КП ДонНТУ - Донецьк: – 2008, -150 с..

УДК 621.65.004.13

КОНДРАТЕНКО В.Г. (КИИ ДонНТУ)

**ЗАВИСИМОСТЬ РЕЖИМА РАБОТЫ УСТРОЙСТВА РАЗГРУЗКИ
ОТ ЧИСЛА РАБОЧИХ КОЛЕС ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

Отримані залежності ширини торцевого зазору і витрат води через розвантажувальний пристрій від кількості робочих коліс відцентрового насосу з урахуванням частоти обертоту ротора

Однотипные насосы, независимо от числа рабочих колес, имеют одинаковые по конструкции и размерам разгрузочные устройства. Это касается таких типов центробежных насосов как, например ЦНС 300-120...600, ЦНС 180-85...425, ЦНС 105-98...490, ЦНС 60-198...330 и т.д. Такой подход заводов изготовителей центробежных насосов подтверждают и существующие методы расчета дисковых узлов разгрузки. Но известные методы расчета разгрузочных устройств не учитывают влияния вращения ротора насоса на параметры разгрузочного узла, т.е. делается допущение, что оба сменных кольца разгрузки неподвижны относительно друг друга. Принятие такого допущения в расчетах приводит к выводу, что число рабочих колес насоса существенно влияет только на расход воды через разгрузку, а на ширину зазора между кольцами влияет незначительно.

Если учесть вращение ротора насоса, то скорость частицы воды v_s , находящейся на произвольном радиусе r в торцевой щели между разгрузочными кольцами будет представлять собой векторную сумму двух скоростей v_r и v_l (рис.1). v_r — составляющая скорости, которая направлена вдоль радиуса r и обусловлена разностью давлений воды между и за разгрузочными кольцами, а v_l — составляющая скорости, которая направлена перпендикулярно радиусу r и обусловлена вращением подвижного кольца разгрузки с частотой вращения ротора насоса n . Скорость v_r определяется из выражения:

$$v_r = \frac{Q_p}{2\pi r b_m},$$

где Q_p — расход воды через разгрузку; b_m — ширина торцевого зазора между разгрузочными кольцами. Ввиду того, что одно кольцо неподвижно, а второе вращается с частотой n , составляющая скорости v_l была принята в два раза меньше линейной скорости диска разгрузки на радиусе r , т.е. $v_l = \pi n r$. Скорость v_l вносит свои коррективы на длину траектории частиц воды в торцевой щели между разгрузочными кольцами, а следовательно на потери давления и динамическое давление между кольцами.

Учитывая, что $v_s = \sqrt{v_r^2 + v_l^2}$, $v_r = \frac{dr}{dt}$, $v_s = \frac{ds}{dt}$ получим

длину траектории частицы воды s в торцевой щели между внутренним радиусом $R_в$ и наружным радиусом $R_н$ колец разгрузки (рис.1)

$$s = \int_{R_в}^{R_н} \sqrt{1 + \frac{v_l^2}{v_r^2}} dr = \int_{R_в}^{R_н} \sqrt{1 + \left(\frac{2\pi^2 n b_m}{Q_p} \right)^2 r^4} dr.$$

(1)

Время t за которое частицы воды преодолевают расстояния длиной s определяется из выражения

$$t = \int_{R_в}^{R_н} \frac{dr}{v_r} = \frac{\pi b_m}{Q_p} (R_н^2 - R_в^2).$$

(2)

Зависимости (1) и (2) были использованы для получения выражений определяющих перепад давлений в торцевой щели и уравновешивающую силу, действующую на разгрузочный диск [1]. На основании этих выражений построены графические зависимости изменения ширины торцевого зазора и расхода воды через разгрузку от количества рабочих колес z центробежных насосов ЦНС 300-120...600 (рис.2). Из графической зависимости 1 (рис.2) следует, что при увеличении количества рабочих колес от 2 до 10 расход воды увеличивается от 4 до 9,4 м³/ч. Ширина торцевого зазора между кольцами разгрузки, от которой во многом зависит надежность и долговечность разгрузочного устройства (зависимость 2 (рис.2)), при возрастании числа рабочих колец убывает от 0,175 мм до 0,114 мм. Если учесть, что ширина торцевого зазора для данного типа насосов должна составлять (0,14...0,17) мм [2], то оказывается, что применяемое разгрузочное устройство удовлетворяет только двухколесным и трехколесным насосам.

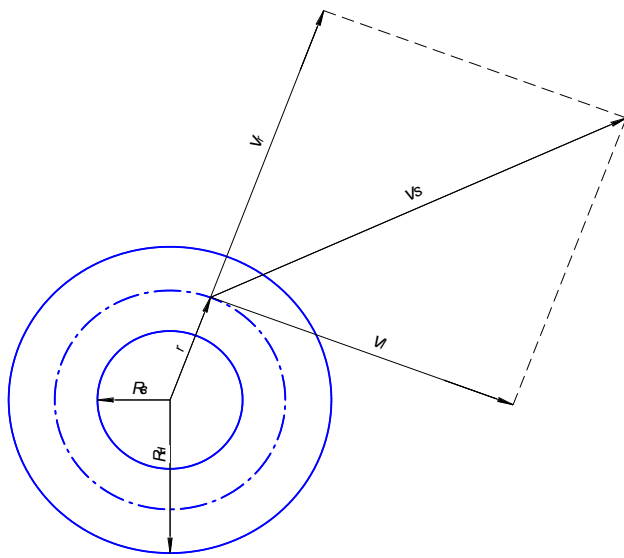


Рис.1 Поверхность торцевой щели разгрузочного кольца

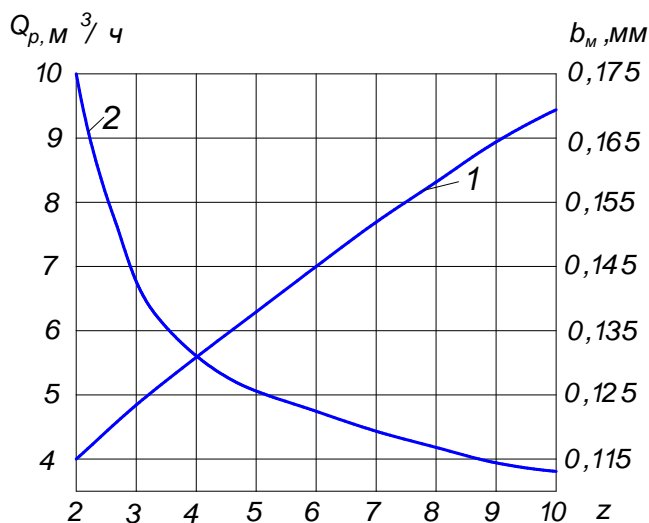


Рис.2. Зависимости расхода воды через разгрузочное устройство и ширины торцевого зазора между кольцами разгрузки от числа рабочих колес шахтных насосов ЦНС 300- 120...600

Библиографический список:.

1. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. – Л.: Машиностроение, 1966. – 363 с.

2. Технології і охорона праці у гірничій промисловості. Зб. матеріалів регіональної наук. практ. конф., КП ДонНТУ - Донецьк: – 2008, –150 с.

УДК 621.65.004.13

КОНДРАТЕНКО В.Г. , НЕМЦЕВ Э.Н. (КИИ ДонНТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТУПЕНЧАТОЙ ТОРЦЕВОЙ ЩЕЛИ РАЗГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Проведені теоретичні дослідження ступінчатої торцевої щілини

Ступенчатые торцевые щели между разгрузочными кольцами увеличивают гидравлическое сопротивление торцевой щели при фиксированной ширине зазора между кольцами. Фактически при работе насоса при постоянной величине осевой силы, использование ступенчатой торцевой щели приводит к увеличению торцевого зазора между разгрузочными кольцами. Увеличение ширины торцевого зазора снижает вероятность контакта разгрузочных колец между собой во время работы насоса, что увеличивает срок их службы.

На рис. 1 изображены ступенчатые торцевые поверхности колец разгрузки со ступенью вначале (а), посередине (б) и в конце (в) поверхности. Принято считать, что все три варианта ступенчатой торцевой поверхности, изображенные на рис.1, равноценны. Такой вывод является следствием использования при теоретических исследованиях разгрузочных устройств линейной зависимости распределения давления вдоль торцевой щели. Принятая линейная зависимость распределения давления является приближенной, не имеет строго физического обоснования и в ней изначально заложено равенство давлений при выходе из торцевой щели и за разгрузочным диском.

Для анализа ступенчатых торцевых щелей были использованы зависимости перепада давления на торцевой щели, распределения давления вдоль торцевой щели, уравнивающей силы, полученные в [1]. В качестве объекта исследования было использовано разгрузочное устройство шахтных центробежных насосов ЦНС 300-120...600. В выражения, указанные в [1] были подставлены гидравлические и конструктивные параметры узла разгрузки указанного типа насосов, а также дополнительный

коэффициент сопротивления ξ_g , обусловленный ступенью в торцевой щели. Из предварительных оценок было принято, что $\xi_g = 1$.

После произведенных расчетов было получено, что приведенные на рис.1 варианты ступенчатых поверхностей торцевых щелей не являются равноценными, а степень их влияния на режим работы разгрузочного устройства зависит также от количества рабочих колес насоса. При сравнении двух крайних вариантов (а) и (в) рис.1 для 10-ти колесного насоса (ЦНС 300-600) было получено: ступень в начале торцевой щели приводит к увеличению торцевого зазора на 2,8% и к уменьшению расхода воды через разгрузку на 2,3%; ступень в конце торцевой щели приводит к увеличению торцевого зазора на 6,6% и к увеличению расхода воды через разгрузку на 1,5%. Для двухколесного насоса (ЦНС 300-120) получено: ступень в начале торцевой щели приводит к увеличению торцевого зазора на 9,7% и к уменьшению расхода воды через разгрузку на 1,8%; ступень в конце торцевой щели приводит к увеличению торцевого зазора на 22,9% и к увеличению расхода воды через разгрузку на 2,7%.

Из произведенных расчетов можно сделать вывод: 1) для увеличения зазора между разгрузочными кольцами лучше использовать ступень в конце торцевой поверхности (вариант (в) рис.1); 2) чем меньше рабочих колес у центробежного насоса, тем более эффективно использование ступенчатых торцевых щелей.

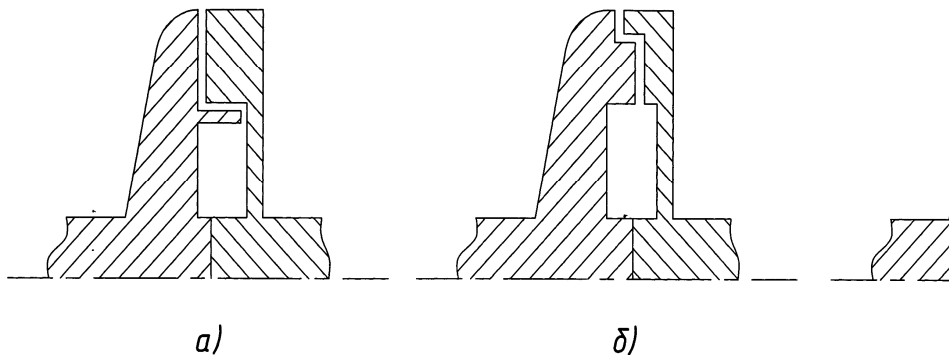


Рис.1. - Различные варианты ступенчатой торцевой поверхности колес разгрузки

Библиографический список:.

1. Технології і охорона праці у гірничій промисловості. Зб. матеріалів регіональної наук. практ. конф., КП ДонНТУ - Донецьк: – 2008, -150 с..

УДК 622.245

ВІРИЧ С.О., НАДЖАРЯН М.А. (КП ДонНТУ)

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ТЕРТЯ ТА ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЗМІВ ГІРНИЧИХ МАШИН В УМОВАХ СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА

Розглянуті основні напрямки практичних рішень актуальних проблем забезпечення ремонтпридатності та ефективності гірничо-шахтного обладнання (ГШО).

Гірничі машини і комплекси для підземного добутку корисної копалини на шахтах Донбасу експлуатуються в специфічних умовах, що обумовлюють підвищення вимог до їх надійності, зручності обслуговування в умовах циклічних навантажень і специфічного середовища, яке характеризується підвищеною вологістю і запиленістю повітря, агресивністю шахтних вод, неоднорідністю і абразивністю порід і вугілля, обмеженістю робочого простору. Під дією цих факторів виникає інтенсивний знос окремих деталей і вузлів машин і вихід їх з строю. Як правило, розрахункова довговічність вибійних машин, які працюють в найбільш тяжких умовах в порівнянні з іншим гірничим обладнанням, складає 3000-5000 годин. У процесі роботи гірничі машини, особливо прохідницькі та виймальні комбайни, стругові установки, навантажувальні машини, скребкові конвеєри, отримують динамічні навантаження, значення яких перевищує середнє майже в 1,5-2 рази. В редукторах комбайнів динамічний характер навантажень призводить до того, що зубчаті колеса постійно працюють в несталому режимі. Втомний знос цементованого поверхневого шару зубців настає значно раніше, ніж у разі плавного навантаження. Спостерігаються випадки зносу зубців унаслідок заїдання. Проникнення вологи в редуктори супроводжується інтенсивною корозією зубчатих коліс, підшипників і є однією з причин їх передчасного виходу з ладу.

Шахтна вода залежно від порід родовища, що розробляється, може бути дуже агресивною. Це зв'язано з тим, що в ній знаходяться кислоти і луки, що викликають інтенсивну корозію металу гірничошахтного устаткування. Агресивна дія шахтних вод посилюється абразивною дією час-

тинок породи і корисних копалин, що знаходяться у воді в зваженому стані. Так частинки вугільного, рудного і порідного пилу, проникаючи всередину машини в змащувальні системи (картери редукторів, масельнички), забруднюють мастило. Тверді частинки пилу, потрапляючи разом з мастилом на поверхні, що труться, викликають їх абразивний знос. Наприклад, наявність в змащенні редуктора 1% вугільного пилу збільшує знос деталей в 10 разів. Вугільний пил, потрапляючи в консистентне змащення працюючої машини, істотно збільшує в'язкість мастила і викликає заклинювання тіл качання, внаслідок чого відбувається провертання кілець підшипників по посадочних поверхнях і знос останніх. Пил, що осів на сухі, не змащені поверхні машин (тягові ланцюги, диски гальм і фрикціонів і ін.), також викликає їх абразивне зношування. Таким чином, під час експлуатації деталі гірничих машин отримують різні пошкодження і руйнування (злом, пластичну деформацію, знос робочих поверхонь), втрачають пружність тощо. Часто поломка деталі призводить до аварійної зупинки машини.

Так, наприклад, на шахті «Центральна» при обстеженні комбайнів 1К—101, що вийшли з ладу, підшипники було забраковано з наступних причин: 57,8% підшипників — через граничний знос; 63,1 % - через корозійні руйнування; 61,2 % - через збільшення розміру кубел сепаратора і 3,8 % — через тріщини і злами кілець. Майже на кожному забракованому підшипнику було зафіксоване по 2—3 пошкодження, що викликали неможливість їх подальшої експлуатації.

Одним з основних чинників, які напряму впливають на ефективність роботи, а відповідно, економічне благополуччя гірничо-добувних підприємств, є безперервне старіння парку гірничо-шахтного обладнання (ГШО). Сьогодні темпи старіння ГШО випереджають його відтворення, модернізацію і реновацію. Серед деяких видів ГШО частка машин з виробленим ресурсом вже перевищує 50%. Експлуатація техніки в «перед відмовному» стані приводить до постійного збільшення частки витрат на її вміст в собівартості добичі і переробки продукції гірничого виробництва. В даний час зростання витрат на експлуатацію і ремонт ГШО на гірничо-добувних підприємствах випереджає зростання вартості основної продукції. Якщо наявна тенденція збережеться, то вже через 5—7 років витрати на ремонт порівняються з вартістю нового ГШО.

Актуальність проблеми підвищення ефективності роботи машинобудівного і ремонтного виробництва з метою забезпечення успішного рішення задач управління надійністю ГШО визначається дією цілого комплексу чинників і тенденцій, серед яких крім старіння техніки слід виділити:

- пов'язане із зменшенням надійності ГШО зниження рівня безпеки і ефективності його роботи;

- недостатній рівень кваліфікації кадрів в машинобудівному і ремонтному виробництві, який не дозволяє вийти на оптимальне співвідношення критерію «ціна-якість»;
- зберігання негативних наслідків розпаду комплексу гірничого машинобудування (як скорочення номенклатури, так і зменшення об'ємів виробництва);
- процеси монополізації в гірничому машинобудуванні;
- визначувану зміною структури промислового виробництва тенденцію формування переважної частини виробничих потужностей ремонтного виробництва на гірничих підприємствах, з одночасним припиненням функціонування існуючих раніше централізованих галузевих ремонтних структур.

В даний час основний об'єм ремонту ГШО виконується гірничими підприємствами, що експлуатують обладнання. Пов'язана з цим розпиленість виробничих потужностей приводить до збільшення в ремонтному виробництві частки ручної праці, зниженню якості робіт, порушенням регламенту ремонту, зростанню частки запасних частин, проведених в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва (а значить їх істотному дорожчання). І як результат – трудомісткість ремонтів значно перевищує трудомісткість виготовлення ГШО.

Переламати переважаючі поки що негативні тенденції можна за допомогою спеціалізації ремонтного виробництва. Зарубіжний і вітчизняний досвід показує, що найефективнішою формою її реалізації є створення міжгалузевих виробничих потужностей по ремонту обладнання в місцях найбільшого зосередження підприємств гірничо-добувного комплексу.

Разом із створенням спеціалізованих ремонтних підприємств вимагає розвитку фірмовий ремонт ГШО, виконуваний заводами-виготівниками. Якість фірмового ремонту значно вище, ніж при інших формах його організації, оскільки роботи виконуються кваліфікованим персоналом, які повною мірою використовують нормативну і ефективну матеріально-технічну бази. Крім того, фірмовий ремонт дає можливість налагодити надійний зворотний зв'язок між виробниками і експлуатуючими організаціями, дозволяє в серійному виробництві використовувати базу даних про надійність і ефективність ГШО для модернізації діючих і створення нових зразків гірничої техніки, завдяки чому процес управління надійністю і якістю ремонту набуває системного і безперервного характеру.

Разом з розвитком спеціалізації ремонтного виробництва і укрупненням об'ємів однорідних ремонтних робіт необхідне значне збільшення централізованого випуску запасних частин на спеціалізованих ремонтних підприємствах. Заводи гірничого машинобудування все ще випускають недостатню кількість запасних частин для вироблюваної ними ГШО, вва-

жаючи їх виробництво не вигідним і трудомістким (і, дійсно, при існуючому ціноутворенні від реалізації запасних частин підприємства одержують прибутки на одиницю трудових витрат в 2–3 рази менше ніж від реалізації машини в цілому). Доцільно формувати ціну на запасні частини так, щоб рентабельність їх виробництва була в 3–7 разів вище, ніж у основної продукції, оскільки навіть в цьому випадку для гірничих підприємств вони обійдуться значно дешевше, ніж виготовлені силами власних невеликих ремонтних підрозділів.

Особливої уваги заслуговує організація спеціалізованих виробництв запасних частин для ГШО з виробленим ресурсом і знятого з серійного виробництва, оскільки збереження первинних (або близьких до них) параметрів ГШО значною мірою залежить від якості запасних частин і ремонту.

Існуюча система періодичних планово-запобіжних ремонтів (ПЗР) полягає у виключенні відмов обладнання і непередбачених витрат шляхом планування проведення технічного обслуговування раніше моменту вірогідної середньостатистичної відмови.

Традиційно вважалося, що ПЗР сприяє зниженню темпу виходу обладнання з ладу і зменшенню втрат через аварійні зупинки. Проте таке припущення не зовсім вірно, оскільки не враховує що ремонтом вноситься додаткова вірогідність відмов обладнання. Тому більш доцільним представляється, за умови постійного контролю безразбірними методами технічного стану обладнання – діагностики, вести його експлуатацію до вірогідності відмови, що не перевищує вірогідність відмови після ремонту.

На основі аналізу змін зміряних діагностичних параметрів можливо передбачати необхідність і планувати терміни проведення ремонту, тобто ремонтувати не все підряд, а тільки дійсно потребуючі в цьому агрегати. Такий вид обслуговування називається «попереджувальним», або «ремонтом по фактичному технічному стану» (РФС). Основна ідея РФС полягає в усуненні відмов обладнання шляхом застосування методу розпізнавання технічного стану по сукупності діагностичних ознак. Його основна перевага — мінімізація ремонтних робіт (за рахунок виключення ремонту бездефектних вузлів) і збільшення (на 25–40%) міжремонтного ресурсу в порівнянні з ППР.

Ремонт по фактичному технічному стану володіє цілим рядом переваг в порівнянні з ППР, серед яких особливо слід виділити:

- можливість планування і виконання технічного обслуговування і ремонту без зупинки виробництва, практично виключивши відмови обладнання;
- збільшення ефективності виробництва від 2 до 10% (усереднені витрати на ремонт при аварійних відмовах обладнання в серед-

ньому в 10 разів перевищують вартість ремонту при вчасно знайденому дефекті);

- більш ефективне планування витрати запасних частин і інструменту; можливість скорочення резервного обладнання;
- поліпшення умов праці і усунення порушень екологічних вимог;
- зниження енерговитрат;
- більш дійову регламентацію взаємостосунків експлуатуючих організацій з виробниками обладнання і виконавцями сервісних послуг.

Підвищення рівня спеціалізації шляхом збільшення числа підприємств з неповним циклом виробництва вимагає формування більш тісних виробничих зв'язків між ними по випуску однієї і тієї ж продукції і скріплення ремонтних підприємств в єдині комплекси в межах регіону. Поєднання наочної і подетальної спеціалізації забезпечить отримання додаткового економічного ефекту за рахунок спеціалізації і кооперації заготовчих, ремонтних і допоміжних виробництв.

Але збільшення числа підприємств з неповним циклом і поглиблення виробничих зв'язків істотно ускладнюють управління виробництвом, викликаючи необхідність створення виробничих структур, спеціалізованих на виготовленні і ремонті запчастин, вузлів і агрегатів ГШО на основі спеціалізації і кооперації підприємств з неповним циклом виробництва. У складі таких об'єднань можуть створюватися єдині заготовчі підприємства або цехи для обслуговування цілої групи гірничих підприємств або всього регіону. Подолати існуюче відставання заготовчих виробництв ремонтних і машинобудівних підприємств слід шляхом створення нових заготовчих ділянок, одночасною ліквідацією відсталих і малопотужних заготовчих підрозділів. На знов створюваних заготовчих підприємствах унаслідок однорідного характеру виробництва виникнуть необхідні умови для упровадження потокової, механізованої і автоматизованої технології, у тому числі холодного штампування, точного литва і ін., після яких потрібна мінімальна механічна обробка.

Таким чином, з вищесказаного можна зробити висновок: підвищення ефективності процесів виготовлення і ремонту ГШО викликає необхідність концентрації і спеціалізації заготовчих виробництв, збереження у виробничій структурі машинобудівних і ремонтних підприємств підрозділів по механічній обробці в основному базових деталей і збірці виробів.

Наступним важливим напрямом подетальної спеціалізації, як з повним, так і з неповним циклом, є поєднання фірмового обслуговування близько розташованих гірничих підприємств. Досвід показує, що подетально-спеціалізовані підприємства або підрозділи забезпечують збільшення вироблення на одного працюючого на 15–20% разом із значним зниженням собівартості виготовлення і ремонту без погіршення якості продукції. У разі розвитку таких тенденцій слід чекати в перспективі, що спе-

ціалізовані машинобудівні і ремонтні підприємства перебудовуватимуться в технологічно спеціалізовані об'єднанні підприємства.

Аналіз тенденцій розвитку машинобудівного і ремонтного виробництва підказує необхідність комплексного розвитку всіх видів спеціалізації з організацією випуску деталей і вузлів на подетально - спеціалізованих, а заготовок – на технологічно спеціалізованих підприємствах з передачею їх на головні підприємства. Концентрація однорідних робіт розчленовує виробничий процес виготовлення або ремонту на найпростіші операції і закріплює їх за певним обладнанням і робочим місцем. В результаті істотно підвищується продуктивність праці, якість виробів і створюються умови для вдосконалення і типізації технологічних процесів, їх механізації і автоматизації.

Рівень спеціалізації ремонтної і машинобудівних баз гірничих підприємств в даній економічній ситуації характеризується відсутністю позитивних тенденцій розвитку форм спеціалізації. В даний час ще не склалися передумови для наочної, по детальної і технологічної спеціалізації ремонтної і машинобудівної баз гірничих підприємств, які в оптимальному співвідношенні забезпечують значний економічний ефект. Наявне число предметно-спеціалізованих заводів, що займаються виготовленням ГШО, і ремонтних заводів охоплює лише окремі види обладнання. Швидкий розвиток цього виду спеціалізації важко прогнозувати при існуючих станах форм власності і економічних інтересах власників. Подальше підвищення ефективності ремонтних і машинобудівних виробництв можна чекати лише в невеликих межах. Тому основну увагу необхідно надавати розвитку подетальної спеціалізації і створенню наочних виробництв з неповним циклом.

Список використаної літератури

1. *Гимельшейн Л. Я.* Техническое обслуживание и ремонт подземного оборудования. М., Недра, 1984.
2. *Молдавский Л. А., Верклов Б. А.* Виды повреждений и долговечность горных машин. М., Недра, 1981.
3. *Солод Г. И., Шахова К. И., Русихин В. И.* Повышение долговечности горных машин. М., Машиностроение, 1979.
4. *Трегубов Н. М., Акастелов Л. Ф.* Ремонт горных машин. М., Недра, 1978.

УДК 622.831

ІСАСНКОВ О.О., ЛЯШОК Я.О., БАЧУРІН Л.Л. (КП ДонНТУ)

ВУГІЛЛЯ БУДЬ-ЯКОЮ ЦІНОЮ НЕ ПОТРІБНО

Аварії на вугільних шахтах, смерть гірників знов загострили тему безпеки шахтарської праці. Але єдиної думки про те, як можна вирішити цю проблему, до сьогодні не вироблено. Погляд на вугільну безпеку...

Статистика показує, що кожен мільйон тонн видобутого вугілля пов'язаний із загибеллю одного шахтаря. В порядку значущості причин маємо таку послідовність: обвали і обвалення гірських порід, машини і механізми, транспорт, електропостачання, вибухи метану і так далі. Навіть катастрофічні наслідки вибухів метану в період 1995–2008 рр. не внесли принципових змін до цього похмурого рейтингу. Причиною більшої інформованості громадськості в частині газової небезпеки шахт є приголомшуюча дія кожного вибуху в порівнянні з іншими видами аварій. Відомі випадки, коли аварія поширюється до поверхні з руйнуванням надшахтної споруди. Соціальне звучання окремої катастрофи сягає масштабів, що призводять до звільнення за власним бажанням значного числа гірників, зниження престижності підземних професій.

Що лежить в основі цих катастроф? І головне, що робиться у напрямку зближення зі світовим рівнем газової безпеки вугільних шахт?

Впродовж багатовікової історії людства проблеми безпеки праці завжди посідали чільне місце в соціальному та економічному житті суспільства і були пов'язані з розвитком суспільного виробництва та формуванням суспільного буття. Умови праці розглядалися в працях Арістотеля (387—322 рр. до н. е.), Гіппократа (400—377 рр. до н. е.). Ще за 379 років до н. е. Гіппократ звернув увагу на шкідливий вплив пилу, який утворюється при видобуванні руди, на організм рудокопів. Лікарі епохи Відродження (Агрікола, Парацельс) докладно описали важкі умови праці, якими вирізнялися гірничорудні та металургійні підприємства того часу. М.В. Ломоносов (1711—1765 рр.) написав основоположні праці про безпеку в гірництві.

Перш за все слід виключити зручне посилання на зниження дисципліни праці. Період "анархії", що почався з перебудовою, у вугільній промисловості закінчився в першій половині 90-х років. Катастроф не було. Друга половина, що принесла лише від вибухів метану загибель близько 100 шахтарів, об'єктивно характеризується стабілізацією кадрового складу шахт і вугільних компаній, зростанням обсягів видобутку вугілля, продуктивності праці.

Не можна вважати займання метану і чистою випадковістю. Точніша інша позиція: "Випадковість — закономірність, що проявила себе". Для бачення її розвитку, розуміння законів справжнього і правильного відношення до майбутнього необхідно повернутися на десятки років назад, включаючи систему знань.

Геологічні процеси метаморфізму вугілля супроводжувалися утворенням значних обсягів метану. Велика його частина виділилася в атмосферу, а та, що залишилася, увійшла до складу вугілля. Вугільний пласт є тріщинувато-пористим середовищем, порожнини якого заповнені водою (2–7% від маси вугілля) і вільним метаном під тиском. Основна частина газу (90%) міститься в стані, близькому до сорбованого. Газоносність сягає $35 \text{ м}^3/\text{т}$. Газопроникність пластів знижується із зростанням глибини.

В період розробки родовища метан здатний не лише інтенсивно виділятися, але і формувати процес динамічного саморуйнування пласта вугілля і навіть міцного піщанику у вигляді раптового викиду з інтенсивністю десятки тонн вугілля і сотні кубометрів метану в секунду. Максимальна маса викиду до 10 000 т вугілля за декілька хвилин і 350 000 кубометрів метану.

З позицій попутної енергетичної сировини значення метану відносно невелике. Навіть при відносній метанообільності шахти в $50 \text{ м}^3/\text{т}$ в ідеальному випадку повного використання метану для продажу на газовому ринку маємо приблизно 1% від собівартості видобутку. Видобуток метану з нерозвантажених вугільних пластів призводить до собівартості в 4 рази більшу порівняно з розробкою газових родовищ.

Розглядаючи особливості виникнення, розвитку і загасання різних видів газопроявів, потрібно відзначити принципово важливий момент. Всі вони приурочені до зон технологічного впливу; чим він інтенсивніший, тим більш динамічна реакція масиву гірських порід. У той же час, швидкості розвитку гірничих робіт стають настільки великі, що існуючі методи і засоби оцінки ситуацій призводять до запізнювання керівних рішень, до зниження їх ефективності. Технолог на шахті і проектувальник стикаються з типовою ситуацією "інформаційного бар'єру", що характеризується тим, що складність керованої системи, кількість причинно-наслідкових зв'язків за обсягом інформації набагато перевершують можливості по її переробці окремою людиною або групою фахівців. Вихід може бути знайдений лише на шляху використання сучасних автоматизованих систем з комп'ютерним оснащенням.

З досвіду відомо, що будь-яка конструкція, споруда і підприємство мають певний термін ефективної експлуатації. Зазвичай про-

ектний термін експлуатації шахт складає близько 50-60 років. Інакше неминуче зростання вартості продукції, небезпеки виробництва. З цих обставин в 60-х роках була прийнята програма переозброєння вугільної промисловості СРСР. Проте в необхідному обсязі вона, за відомих економічних причин, не виконана, і, як наслідок — знижуються вимоги правил безпеки. Схеми провітрювання, що раніше допускалися лише в період ліквідації шахт, стають правилом і повсюдно застосовуються по теперішній час.

А ось динаміка зниження передвісників катастроф — загазовувань виробок, оптимізму не викликає. Статистика показує, що система газового контролю шахт до 3 разів на добу сигналізує про несприятливий стан технологічного процесу. Два відсотки загазовувань переростають у горіння, спалахи і вибухи метаноповітряної суміші. В умовах Донбасу потрібні вуглеметановидобувні комплекси. Більш того, технологічно грамотне вилучення газової складової родовищ забезпечує введення в користування попутного екологічно чистого енергоносія. Деякі шахти це давно і досить успішно роблять. По найскромніших оцінках шахти Донбасу можуть залучити до промислового використання 200–400 млн. кубометрів метану в рік — пряме джерело засобів для компенсації витрат на газову безпеку вуглевидобування. Плюс додатковий — зниження викидів парникового газу вже в цілях геоєкології, а, отже, можливість здобуття істотних інвестицій від міжнародних, державних і регіональних природоохоронних організацій.

Приведена позиція відповідає на поставлене в назві статті питання узгоджується з обставинами найбільш гучних аварій на шахтах Донбасу останніх років. Всі вони сталися на шахтах, оснащених сучасною високопродуктивною вуглевидобувною технікою, де планова продуктивність відповідала світовому рівню і забезпечувала вихід шахти на економічні показники рентабельності підприємства.

Стратегія розвитку галузі не орієнтована на розробку газоносних ділянок, і не вказує місце їх розташування. Проектувальники відкладають на «потім», яке завжди приводить до «вчора», проектування і будівництво систем дегазацій. Експлуатаційники, купуючи гірничодобувну техніку, посилаються на відсутність коштів для придбання бурового і дегазаційного устаткування, вартість якого складає лише декілька відсотків від гірничодобувної техніки. Чому?

Адже кожен гірничий майстер сотень шахт Радянського Союзу перед зміною заповнював путівку, на якій друкарським способом було віддруковано: "Безпека праці — перш за все". Відповідь може бути одна — законів багато, всі вони суворі, але ми уміємо домовлятися. Робітник, бачивши, що процес видобутку веде до зростання

концентрації метану, не припиняє роботу. Технічний і вентиляційний нагляд не бачать в цьому непрофесіоналізму. Керівний склад відноситься з «розумінням» до об'єктивності ситуації: не можна зупинити вибої, а тим більше шахти — жити буде не за що! Тарифні ставки настільки низькі, що без перевиконання завдань по видобутку навіть вижити складно, не говорячи вже про життя гідне. Основний оклад, тарифна ставка, лише невелика частина заробітної плати. Останні надбавки і пільги — основа "панства" державної вертикалі. Якщо перше відображає кваліфікацію працівника, то друге повністю залежить від уміння "домовлятися" на всіх рівнях. Для працівників шахт це співвідношення взагалі гіпертрофоване. При виконанні місячних планів заробітна плата зростає в 5–10 разів, наближаючись до "гідної". Діє до останньої копійки вивірена і десятиліттями відлагоджена система економічного примусу до рвацтва, втрати майстерності. При паралельно існуючому потужному декларативному натиску про безумовну цінність життя і безпеки праці ця система ламає моральну гідність трудящого. Він завжди в зоні лицемірства, брехні. Морально принижений, а, отже, легко керований.

"Людський" чинник, що визначає недопустимо високий рівень газової небезпеки вугільних шахт, звучить в питаннях: "Чому ми не прагнемо жити здорово, щасливо і довго зараз, а не в майбутніх поколіннях? Чому ми в постійній битві то "за вугілля", то "за урожай"? То за перебудову, то в боротьбі з її наслідками? Хто заставляє нас формувати труднощі, а потім наполегливо, героїчно, а отже, з жертвами їх долати?". Можливо, все це безпосередньо пов'язано з принизливими, часом з високих трибун, висловами про особливості менталітету. Наш інтелектуальний і матеріальний потенціал підноситься як окремі успіхи на фоні загального безладу.

Підводячи підсумок хочеться побажати всім нам, від робітника до вченого і міністра, переламати уявлення про працю, як про поштовх, прийти до розуміння матеріальної виправданості високопрофесійної роботи, неминучості зниження особистого, а не колективного матеріального рівня при помилкових рішеннях на всіх стадіях виробництва. Тоді зніметься питання про "загадковість душі", і ми всі прагнутимо жити здорово, щасливо і довго зараз, а майбутнім поколінням залишимо добру пам'ять про людей, що створили умови для самоповаги народу.

НЕСТЕРЕНКО В.Н., ЛЯШЕНКО Т.И. (КП ДонНТУ)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ ПРО-
ВЕТРИВАНИЯ ШАХТЫ**

Показане значення газоповітряної та депресійної зйомки для оцінки стану провітрювання шахти , а також шляхи забезпечення його стійкості та економічності.

В процессе отработки запасов угля в шахтном поле геологические и горнотехнические условия не остаются постоянными и могут существенно отличаться от условий ,которые были приняты для расчета вентиляции при составлении проекта, а также через каждые 2 – 3 года (но не реже 1 раза в 5 лет) при последующих разработках мероприятий.

Тот контроль за составом рудничной атмосферы и распределением воздуха по сети горных выработок , который осуществляется в соответствии с требованиями Правил безопасности [1],позволяет получать информацию ,необходимую для общей оценки состояния проветривания шахты. Однако этих данных недостаточно для того , чтобы установить причины ,которые вызвали или могут вызвать ухудшение вентиляции в ближайшей перспективе.

Основным средством получения информации о состоянии элементов шахтной вентиляционной сети являются воздушно – депрессионные съёмки, а на газовых шахтах , кроме того, - газовые съёмки [2]. Часто депрессионная съёмка является частью других видов специальных съёмок : воздушной, тепловой, пылевой, газовой, радиометрической. В этом случае депрессионная съёмка помогает более обоснованно и углублённо объяснить характер изменения параметров вентиляционной струи ,определить аэродинамическое сопротивление горных выработок и вентиляционных сооружений, выявить "узкие" места в схеме проветривания шахты, величину и места внутренних утечек ,а также внешних подсосов воздуха. Полученная таким образом информация используется для анализа состояния проветривания горных выработок и разработки мероприятий ,направленных на обеспечение нормального проветривания шахты с учетом опасности местных скоплений метана ,эффективности управления газовыделением, устойчивости и экономичности ,обеспечения безопасных условий в аварийных ситуациях.

Для оценки обеспеченности горных выработок воздухом сравнивают фактическое его количество,полученное в результате съёмки, с необходимым (последнее определяют в соответствии с "Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт"[3]). Сравнивают также основные показатели проветривания с результатами предыдущей депрессионной съёмки.

Так, например, сравнивая основные показатели проветривания, полученные на шахте "Алмазная" ГП "Добропольеуголь" в 2008 г. [4] с результатами съёмки 2005 г., установлено, что в 2005 г. в шахту поступало $211 \text{ м}^3/\text{с}$ воздуха, а в 2008 г. – $188 \text{ м}^3/\text{с}$ (в том числе на выемочные участки – соответственно $155,5 \text{ м}^3/\text{с}$ и $142 \text{ м}^3/\text{с}$, в тупиковые забои – $23,5 \text{ м}^3/\text{с}$ и $11,5 \text{ м}^3/\text{с}$ соответственно). Причем, количество очистных забоев за этот период уменьшилось с 3 – х до 2 – х, а количество обособленно проветриваемых тупиковых забоев – с 3 – х до 1 – го. Для проветривания камер расход воздуха составлял $24,0 \text{ м}^3/\text{с}$, а сейчас – $20,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Зато в поддерживаемых выработках подача воздуха увеличилась с $62,0 \text{ м}^3/\text{с}$ до $72,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Сверхнормативные потери воздуха в шахте составляли $78,2 \text{ м}^3/\text{с}$, а теперь составляют – $80,8 \text{ м}^3/\text{с}$. Внешние утечки также увеличились с $67,0 \text{ м}^3/\text{с}$, до $95,0 \text{ м}^3/\text{с}$. Количество вентиляторов главного проветривания осталось прежним (3 шт.), но количество потребляемой электроэнергии увеличилось на 9 кВт·час и составляет 1597 кВт·час. Удельная потребляемая мощность в 2005 г. составляла $7,9 \text{ кВт} \cdot \text{с}/\text{м}^3$, а в 2008 г. – $8,6 \text{ кВт} \cdot \text{с}/\text{м}^3$. Обеспеченность шахты воздухом снизилась на 3% и составляет 182 %, а суточная добыча угля за этот период снизилась из 1500 т/сут до 1397 т/сут.

Анализируя приведенные выше показатели и результаты депрессионной съёмки, можно сделать вывод, что при обеспеченности шахты расходом воздуха на 182 %, она, в то же время, испытывает трудности в проветривании, так как состояние вентиляции её, как в плане экономичности, так и надежности, далеко от совершенства. Это характеризуется целым рядом выявленных недостатков, на устранение которых необходимо выполнение таких первоочередных мероприятий, как :

1. Доведение расхода воздуха до нормативных величин в вентиляционных трубопроводах тупиковых выработок, а также в поддерживаемых выработках.

2. Сокращение внутренних утечек воздуха до нормативных величин.

3. Перекрепление и подрывка почвы выработок, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

4. Ремонт и герметизация элементов строительных и вентиляционных сооружений, надшахтного здания, отсекающих и переключающих ляд вентиляционных установок главного проветривания.

Выполнение в полном объёме указанных мероприятий позволяет :

1. Обеспечить расчетным расходом воздуха все объекты проветривания (выемочные участки, камеры, поддерживаемые и проводимые выработки).

2. Сократить расход воздуха на внутренние утечки и внешние подсосы.

3. Уменьшить скорость вентиляционной струи и аэродинамические сопротивления (депрессию) горных выработок, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

4. Получить годовую экономию электроэнергии равную 6031260 кВт·час/год

Библиографический список :

1. Правила безпеки у вугільних шахтах.-К.:Основа.2007.
2. Руководство по производству депрессионных и газовых съёмок в угольных шахтах.-М.:Недра, 1975, 64 с
3. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт.-К.:Основа, 1994, 311 с.
4. Отчет по депрессионной съёмке и результатам расчета вентиляционной сети шахты "Алмазная"ГП "Добропольеуголь".-Димитров: 2008,75 с.

УДК 622.235

ВИРИЧ С.А., ГУЛАЙ А.А. (КИИ ДонНТУ)

ТЕХНОЛОГИЯ БОРЬБЫ С СУФЛЯРНЫМИ ВЫДЕЛЕНИЯМИ МЕТАНА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В работе представлена разработанная в ОАО «Угольная Компания «Шахта «Красноармейская - Западная №1» технология вывода газа метана из суфляров при прохождении горных выработок.

Угольная компания ОАО «Угольная Компания «Шахта «Красноармейская - Западная №1» является одним из ведущих предприятий Донбасса, отличающаяся внедрением инновационных технологий и созданием собственных разработок для увеличения производственных мощностей. Особое внимание уделяется безопасности проведения горных работ.

На предприятии применяется технология отработки лавы при сплошной системе разработки, которая требует безостановочной работы подготовительных выработок. Приостановление работ по проведению горных выработок влечет за собой остановку ведения работ по добыче угля.

Согласно плану развития горных работ, в 2009 году начнется ведение работ по подготовке к отработке 1 южной лавы блока 10 прямым

ционного происхождения. Интенсивность поступления газов из суфляра составляет от $1\text{ м}^3/\text{мин}$ до 30 и более $\text{м}^3/\text{мин}$.

При вскрытии суфляра, учитывая опыт ведения работ в блоках №2, № 3, № 5, № 8, №10, концентрация газа метана в местах ведения работ составляет более 6,0 %, а в исходящей струе воздуха тупиковой выработки более 2,0%. Данная концентрация метана в выработке влечет за собой: отключение напряжения; вывод людей; затопление выработок на большом протяжении; простой по проведению выработки, которые занимают длительный период (от 2-3 суток до 1,5 – 2 месяцев). Так, при проведении дренажного штрека центральной панели блока 8 в июне 2007 года был вскрыт суфляр с газообильностью более $30\text{ м}^3/\text{мин}$.

При достижении такой концентрации газа выпуск исходящей струи воздуха из подготовительного забоя в очистную выработку, как предусмотрено технологической схемой отработки, без нарушений требований правил безопасности невозможен, т.к. создает загазированную рудничную атмосферу и взрывоопасную концентрацию в забое.

Согласно нормативов, представленных в «Правилах безопасности в угольных шахтах», концентрация газа метана в поступающей на выемочный участок струе не должна превышать 0,5%.

В результате этого, возникла необходимость в разработке безопасной технологии для своевременной ликвидации нестандартной ситуации и отводе (каптаже) метано-воздушной смеси с повышенной концентрацией от рабочей зоны с выработки и приведение её в соответствие с нормами «Правил безопасности в угольных шахтах».

Для борьбы с суфлярными выделениями газа необходимо применить:

1. В первоначальный момент, установку местного сопротивления (воздушных эжекторов, парусов, наклонных щитков), для увеличения скорости воздуха в места дренирования газа метана с целью снижения концентрации газа в забое. Эжекторы – это устройства, использующие энергию сжатого воздуха для приведения в движение находящегося в трубопроводе воздуха. Современные воздушные эжекторы типа Э-70 дают воз-

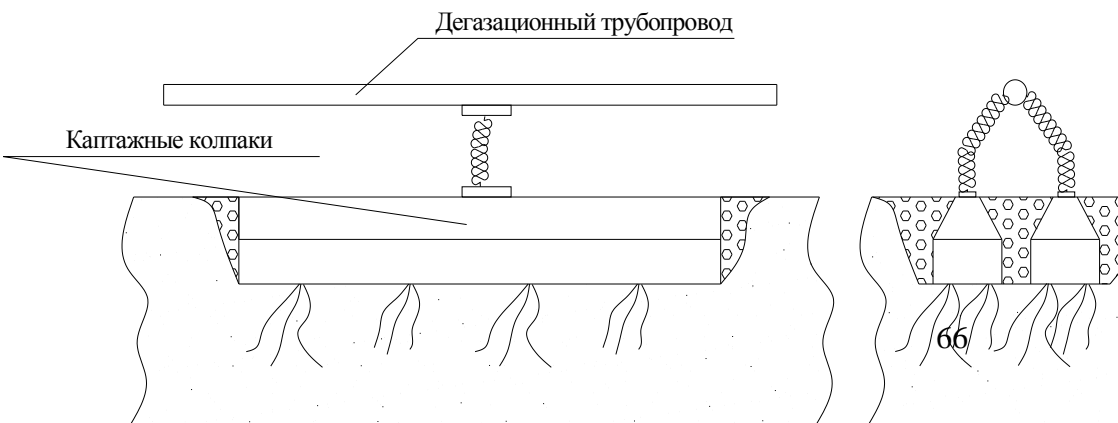


Рис. 2

непосредственно к источнику выделения метана до 70 м³/мин, при затрате в 4м³/мин сжатого воздуха. Выполнение данного пункта мероприятия позволит подать электроэнергию в подготовительную выработку.

2. Установить нескольких эжекторов, обеспечивающих предельно-допустимую концентрацию метана в выработке, за счет быстрого увеличения количества воздуха к месту возникновения суфляра на 210 – 280 м³/мин. Данное решение, позволит вести работы по бурению дегазационных скважин, но при этом фоновое содержание метана в устье тупиковой выработки может превышать предельно - допустимые нормы. Вследствие этого, необходимо в устье выработки на время ведения работ по бурению скважин обеспечить дополнительную подачу свежего воздуха.
3. Для обеспечения подачи в устье выработки дополнительного количества воздуха, рядом с рабочим вентилятором местного проветривания в качестве резервного вентилятора должен быть смонтирован и подключен высоконапорный вентилятор местного проветривания типа: AL 12-750 ;GAL 14-900; GAL 14-900 (в зависимости от фактической метанообильности суфлярного выделения) для разбавления СН₄ поступающего из суфляра и обеспечения предельно – допустимой концентрации метана в исходящей струе подготовительного забоя.

При проведении подготовительных горных выработок необходимо одновременно выполнять работы по монтажу трубопроводов: противопожарного, сжатого воздуха и дегазационного.

4. В подготовительную выработку необходимо подключить 3 – 4 эжектора, добиться предельно - допустимых концентраций газа метана, после чего начинаются работы по бурению дегазационных скважин.
5. Каптаж метана с небольшим расходом (до 1,5 м³/мин) должен осуществляться с помощью колпаков перекрывающих выход газа, подключенных к магистральному трубопроводу дегазации (рис.2). Метан из-под каптажного колпака выходит под собственным давлением или под разряжением до 50 мм. рт. ст. Для создания герметичности вокруг колпаков и над ними устанавливается бетонная или глиняная подушка.

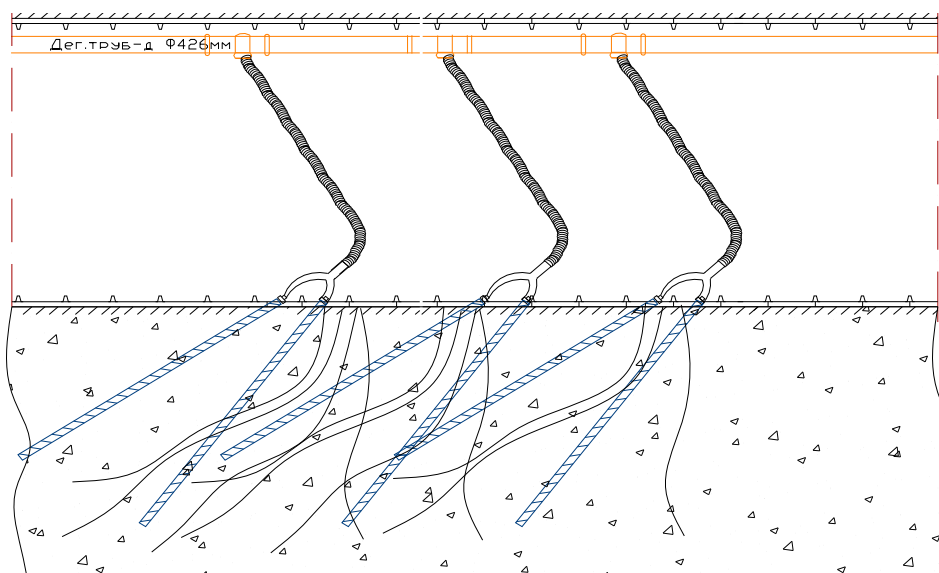


Рис. 3

6. Если суфлярное выделение метана имеет ряд трещин и нет возможности перекрытия колпаком, то отвод метана должен производиться путем бурения скважин (рис. 3) и подсоединения их к стационарному дегазационному трубопроводу.

При улавливании метана из суфляров при помощи дегазационных скважин, для бурения применяется штанга $\varnothing 76$ мм, $L=1$ м. Процесс бурения заключается в разрушении породы по забою скважины и удалении из нее продуктов разрушения (буровой мелочи). Бурение осуществляют шарошечными долотами.

Во время бурения скважины на проектную глубину производят последовательную установку буровых штанг и свинчивание их между собой. При достижении проектной глубины скважины процесс бурения прекращают. Буровой став извлекают из скважины.

Устье каждой дегазационной скважины должно быть оборудовано герметизатором. Герметизация скважин осуществляется герметизаторами ГДПМ-1 (герметизатор дегазационный с поролоновой манжетой) и переходными секциями $\varnothing 89$ мм.

Для герметизации скважины первым посылается ГДПМ-1М, затем пять переходных секций $\varnothing 50$ мм, длиной по 2 м и последний, также

ГДПМ-1М. Между собой переходные секции соединяются посредством муфт. Затем устье скважины герметизируется цементным раствором, а скважина глушится металлической заглушкой до подключения ее к дегазационному трубопроводу. Обводненные скважины подключают к дегазационному трубопроводу с применением привенторов – влагоотделителей. Некачественная герметизация устьев дегазационных скважин приводит к подсосам воздуха в дегазационный трубопровод или выходу газа из скважины в выработку.

Обобщая вышесказанное, делаем вывод о целесообразности применения разработанной в угольной компании ОАО «Угольная Компания «Шахта «Красноармейская - Западная №1» технологии борьбы с суфлярыными выделениями метана при проведении горных выработок, что позволит:

1. обеспечить безопасное ведение горных работ при проведении горных выработок;
2. исключить возможность простоев подготовительных забоев по фактору «Вентиляция»;
3. при отработке выемочных участков прямым ходом по сплошной системе разработки, обеспечит нагрузку на очистной забой на пластах мощностью до 1,2 метра - 4000 т/сутки, а при мощности более 1,2 метра – 7000 т/сутки.

Список литературы.

1. Правила безопасности в угольных шахтах/ - Киев: "Відлуння", 2005 г., 398 с.
2. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації / - Киев: "Відлуння", 2004 г., 163 с.
3. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт/ - Киев: "Основа", 1994 г., 311 с.

УДК 622.831

КИШКАНЬ М.А., КУЦЕРУБОВ В.М. (КИИ ДОННТУ)

ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ НА УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Дан краткий анализ влияния тектонической нарушенности на условия поддержания подготовительных выработок.

Известно, что наличие дизъюнктивных нарушений изменяет естественное равномерное силовое поле нетронутого горного массива и создает своего рода локальную аномалию напряжений. При внедрении в нее подготовительной выработки, в окрестности которой имеется собственная концентрация напряжений, существенно интенсифицируются процессы деформирования и разрушения пород, происходят вывалы кровли, потеря устойчивости контура выработки и другие вредные проявления. Особую опасность представляет собой вскрытие разрывных нарушений на пластах с высокой природной газоносностью. В этих случаях могут происходить газодинамические явления разных типов.

Наличие разрывного нарушения во вмещающих выработку породах оказывает отрицательное влияние на ее последующую устойчивость. Механизм этого вредного воздействия состоит в следующем. Общеизвестно, что устойчивость проведенной выработки предопределяется соотношением напряжений, действующих в массиве, и прочности окружающих пород. По его величине все условия поддержания делят на обычные и сложные. В случае обычных условий прочность массива существенно превышает напряжения. Разрушения пород при этом не происходит и смещения контура выработки позади подготовительного забоя быстро затухают. Состояние выработки остается устойчивым (стабильным) в течение всего периода ее поддержания. Такое положение в Донбассе наблюдается, как правило, на глубинах до 800 м при отсутствии геологических нарушений. В сложных условиях больших глубин действующие в массиве напряжения зачастую соизмеримы либо превышают прочностные показатели пород. В связи с этим они либо проявляют реологические свойства, либо разрушаются под действием возникающих касательных напряжений. В любом случае формируются высокие нагрузки на крепь выработок, возникают большие смещения их контура. Рано или поздно это приводит к необходимости выполнения ремонтных работ в выработках. Такое положение осложняется еще и тем, что примерно 70% отрабатываемых в Донбассе шахтопластов залегают в неустойчивых породах, которые имеют весьма низкие пределы прочности на одноосное сжатие в образцах 23--55 МПа.

Наличие геологических нарушений еще больше ухудшает условия поддержания. Это обусловлено двумя основными причинами:

1. Вблизи нарушения имеется своего рода аномалия естественного напряженного состояния, в которой его уровень существенно выше обычного. При этом нередки случаи, когда горизонтальные компоненты напряжений по величине превышают вертикальные.

2. Вблизи нарушения массив всегда деформирован и имеет высо-

кую трещиноватость. Вследствие этого его прочностные свойства существенно ниже, чем в других зонах.

Таким образом, при прочих равных условиях устойчивость пластовых подготовительных выработок вблизи разрывных геологических нарушений всегда существенно хуже, чем в ненарушенных зонах шахтопластов.

Количество дизъюнктивных нарушений, приходящиеся на 1 км² площади шахтопласта изменяется в широких пределах (табл. 1). Так в Красноармейском угленосном районе Донбасса на 1 км² площади пласта приходится от 0,1 до 45,0 нарушений. На шахтопластах Донецко-Макеевского района Донбасса – от 0,1 до 75,0. Наибольшая протяженность нарушений, приходящихся на 1 км² площади шахтопласта приходится на шахты холдинговой компании «Селидовуголь».

Из практики ведения горных работ хорошо известно негативное влияние тектонических нарушений на устойчивость горных выработок. Это объясняется, в первую очередь тем, что образование дизъюнктивов сопровождается повышенной трещиноватостью пород, примыкающих к плоскости сместителя, а также действием в области нарушения повышенных напряжений. Напряжения, действующие в зонах, примыкающих к разрывам, по сравнению с другими участками в 1.5-2.0 раза выше.

При переходе выработками геологических нарушений происходит увеличение затрат на проведение и поддержание выработок. В местах геологических нарушений суммарные затраты на проведение и поддержание выработок на шахтах Красноармейского и Донецко-Макеевского угленосных районов Донбасса увеличиваются в среднем в 1.6 раза.

Имеет значение также и угол встречи нарушения выработкой. Практика показывает, что с изменением этого угла с 90° до 22° суммарные затраты на проведение и поддержание выработок увеличиваются в 2.18 раза. Это объясняется тем, что чем меньше угол подхода выработки к нарушению, тем больше влияние на ее устойчивость оказывает горизонтальная составляющая напряженного состояния массива. При подходе выработки под углом 90° горизонтальная составляющая направлена параллельно выработке, что не вызывает существенного влияния на ее устойчивость. Если выработка параллельна нарушению, то это влияние наиболее вредно.

Приведенный анализ показывает, что наличие и направления разрывных нарушений в горном массиве, вмещающем выработку, во многом определяют условия ее проведения и поддержания.

До настоящего времени намного меньшее внимание в литературе уделено вопросу влияния пликативной нарушенности регионального уровня на условия проведения и поддержания пластовых подготовительных выработок. Вместе с тем отдельные данные, доказывающие взаимосвязь месторасположения природных аномальных зон со складчатостью, име-

ются.

Локальные изменения рельефа залегания пласта также должны служить причиной повышенной нарушенности вмещающего горного массива в складчатых зонах и, соответственно, должны приводить к увеличению вероятности обрушения пород кровли при переходе очистными забоями пликативных нарушений. Такое предположение в свете вышеизложенных представлений является вполне обоснованным. Однако в ранее выполненных исследованиях и в отраслевых инструкциях по управлению кровлей этот аспект не был раскрыт.

Таким образом, анализ ранее выполненных исследований показывает, что пликативная нарушенность угольных пластов и вмещающего массива, предопределяющая уровень действующего в нем силового поля, оказывает существенное влияние на газодинамические и геомеханические условия отработки. Закономерности этого влияния в настоящее время не раскрыты.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Угленосная толща Донбасса после периода осадконакопления претерпела комплекс сложных и многоэтапных тектонических подвижек и колебательных движений. Это привело к формированию развитой системы региональных и локальных геологических нарушений разрывного и пликативного характера.

2. Геологические нарушения являются зонами аномального распределения в нетронутом горном массиве природного силового поля и снижения прочностных свойств угольных пластов и вмещающих пород. Это является причиной снижения их устойчивости в процессе поддержания.

3. В отраслевых нормативных документах и стандартах, регламентирующих технологию и правила ведения горных работ, влияние тектонической нарушенности на безопасность и эффективность проведения (эксплуатации) пластовых подготовительных выработок раскрыто недостаточно и требуют дальнейшего совершенствования.

УДК 622.311

ЧЕРНИШЕВ В.І. (КП ДВНЗ "ДонНТУ")

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У БАГАТОДВИГУНОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПІДЗЕМНИХ КОНВЕЄРІВ

Згідно « Основним напрямом державної політики у сфері забезпечення енергетичної безпеки України», затвердженим Указом Президента України від 27 грудня 2005 р. №1863/2005, одна із головних проблем енергетичної безпеки країни – надмірна енергоємність економіки та неефективність політики енергозбереження. Вугільна промисловість споживає приблизно 4,5% всього об'єму виробництва електроенергії. Наостаннє місце по енергоспоживанню займає підземний транспорт (більше 15%).

На вугільних шахтах експлуатується приблизно 3000 стрічкових конвеєрів, переважно уніфікованого ряду, які знаходяться в промисловості 20 років та більше. Основний недолік – низька пристосованість до вельми різноманітних умов, тобто до фактичних вантажопотоків та протяжності транспортування через малий діапазон можливих швидкостей руху стрічки та потужності приводу. Причина в тому, що при розробці пропускну спроможності конвеєрів підвищували шляхом абсолютного збільшення швидкості стрічки. Це привело до нерационального використання енергії на транспортування вантажу. Наприклад, через низьке пристосування конвеєрів 2Л100У затрати на електроенергію в цілому в 3 рази вищі, ніж треба. Для українських шахт характерно віддалене місцезнаходження лав від біля стовбурового двора, так як схема конвеєрного транспорту розгалужена. Аналіз показує, що 95% конвеєрів працюють із заповненням менше 60-70%, що свідчить про нерационального використання електроенергії.

Характерною особливістю конвеєрів являється великий статичний момент протидії спокою, який перевищує номінальний, внаслідок різноманітних причин: в тому числі і застигання мастила в деталях що труться, природно в умовах експлуатації заштибовки скребкового ланцюга та стрічки, наявність навантаження на стрічці чи стані скребкового конвеєра після аварійної його зупинки, тому потрібно забезпечення плавного пуску, попереджуючи пробуксовку стрічки. Всім цим умовам в достатній мірі відповідає асинхронні електродвигуни з короткозамкненим та фазним роторами./1/.

Електроприводи шахтних стрічок і скребкових конвеєрів виконується одно та багато двигуновими. Режим роботи стрічкових та скребкових конвеєрів по штрекам довготривалі та з рідкими пусками, конвеєри забою з частими пусками. Щодо характеристик пуску та інших перехідних процесів в електроприводі стрічкових конвеєрів висовуються жорсткі вимоги по обмеженню прискорень в електромеханічній системі із яких найпростішим являється реостатне управління. Перехід з однієї пускової характеристики до іншої забезпечує плавне прискорення системи.

Система реостатного регулювання асинхронних двигунів іноді виконується тиристорними чи дросельними регуляторами напруги в статторному режимі. Але електропровід з тиристорним керуванням

характеризується низьким коефіцієнтом потужності, який являється відношенням активної потужності до потужності навантаження на мережу і появою струмів вищих гармонік.

В нинішній час вищі гармоніки являються однією з важливих частин спільної проблеми з наступними негативними наслідками: поява додаткових втрат потужності у лініях живлення, трансформаторах, прискорення старіння ізоляції електричних машин, апаратів; кабелів, що проводять до зменшення надійності та строку служби електрообладнання, поява збоїв у роботі автоматики, телемеханіки, релейного захисту, затрудняється, а в ряді випадків стає неможливо використання силових ліній для передачі інформації, а іноді порушується робота приймачів енергії, приводить іноді до виникнення резонансних явищ.

Шахтні конвеєрні лінії характеризуються нерівномірністю навантаження і це в першу чергу стосується скребкових конвеєрів, працюючих у комплексі з очисним комбайном та стругами. Через пересувний характер роботи очисної машини навантаження на забійний конвеєр приводиться не в одній точці, а з постійною зміною місця навантаження. У зв'язку з цим конвеєрний став використовується повністю лише в короткий час, коли комбайн знаходиться в верхній частині лави. У всі інші моменти циклу роботи лави конвеєр завантажений тільки на деякій ділянці довжини.

Навантаження збірних конвеєрів, установлених на відкаточних штреках, бремсбергах та похилах, залежить не тільки від нерівномірності потоків із лави, але і місця приходу навантажених потоків. У зв'язку з цим конвеєр, вибраний по максимальній прийнятній спроможності, впливає в процесі експлуатації в значній степені навантаження. В період зміни навантаження коливається в широких границях, досягши максимуму та знижуючись до 15-20% номінальної /4/. Не рідкісний випадок тривалої роботи конвеєра в холостому режимі в очікування вантажопотоку з очисних та підготовчих забоїв.

В багатодвигуновому електроприводі результуюча механічна характеристика отримується сумуванням характеристик електродвигунів. Але треба мати на увазі, що навіть при однакових паспортних даних електродвигуни мають різноманітні параметри. Згідно ГОСТу 183-74 асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором допускається відхилення номінальних ковзань в межах $\pm 20\%$ /4/. Це приводить в багатодвигуновому електроприводі до різноманітному навантаженні окремих електродвигунів. Розглянемо це явище в дводвигуновому режимі на асинхронних двигунах з короткозамкненим ротором, котрі мають жорсткий зв'язок між собою.

Зобразимо робочі характеристики асинхронних двигунів короткозамкнених двигунів відрізка прямої (рис. 1).

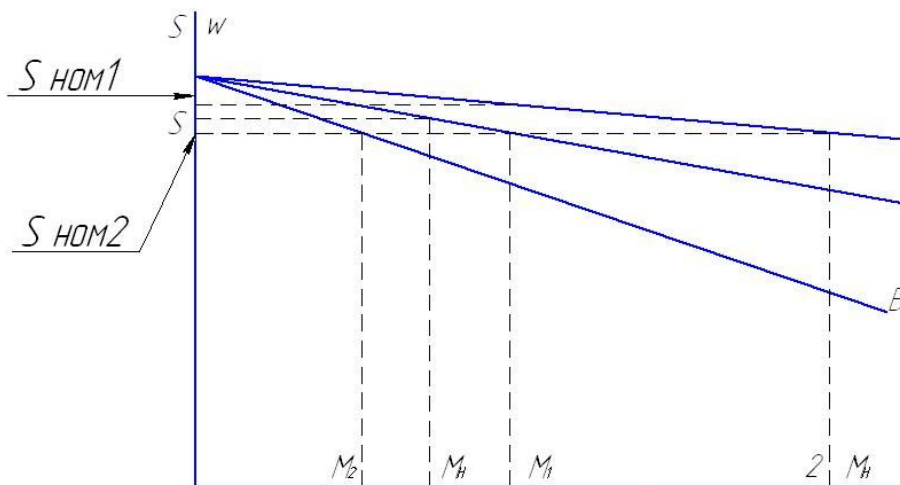


Рис.1 - Механічні характеристики двох двигунів

Неоднаковість номінальних ковзань електродвигунів приводить до того, що при спільній їх роботі при номінальному моменті спільне ковзання, з яким буде працювати електродвигун, знаходяться між номінальними ковзанням $S_{ном1} < S < S_{ном2}$, виходить згідно рис.1 один із двигунів із ковзанням $S_{ном1}$ буде перевантажений, а двигун із ковзанням $S_{ном2}$ - недовантаженим. Розподіл моментів підпорядковується наступним виразами:

$$M_1 = 2M_{номроз} \frac{S_{ном1}}{S_{ном1} + S_{ном2}} = M_{номроз} \frac{2S_{ном1}}{S_{ном1} + S_{ном2}} \quad (1)$$

$$M_2 = 2M_{номроз} \frac{S_{ном2}}{S_{ном1} + S_{ном2}} = M_{номроз} \frac{2S_{ном2}}{S_{ном1} + S_{ном2}} \quad (2)$$

Такий розподіл навантаження в багатодвигунових приводах призводить до зниження експлуатаційної надійності та збільшення енергозатрат [2].

Застосування енергозберігаючого електропривода дозволяє підвищити надійність та знизити енергетичні витрати підземного конвеєрного транспорту [3].

Пристрій керування та захисту з оптимальним електроспоживанням дводвигунового електропривода конвеєра приведено на рис.2. Пристрій

дозволяє змінювати кількість працюючих двигунів в залежності від завантаження конвеєра.

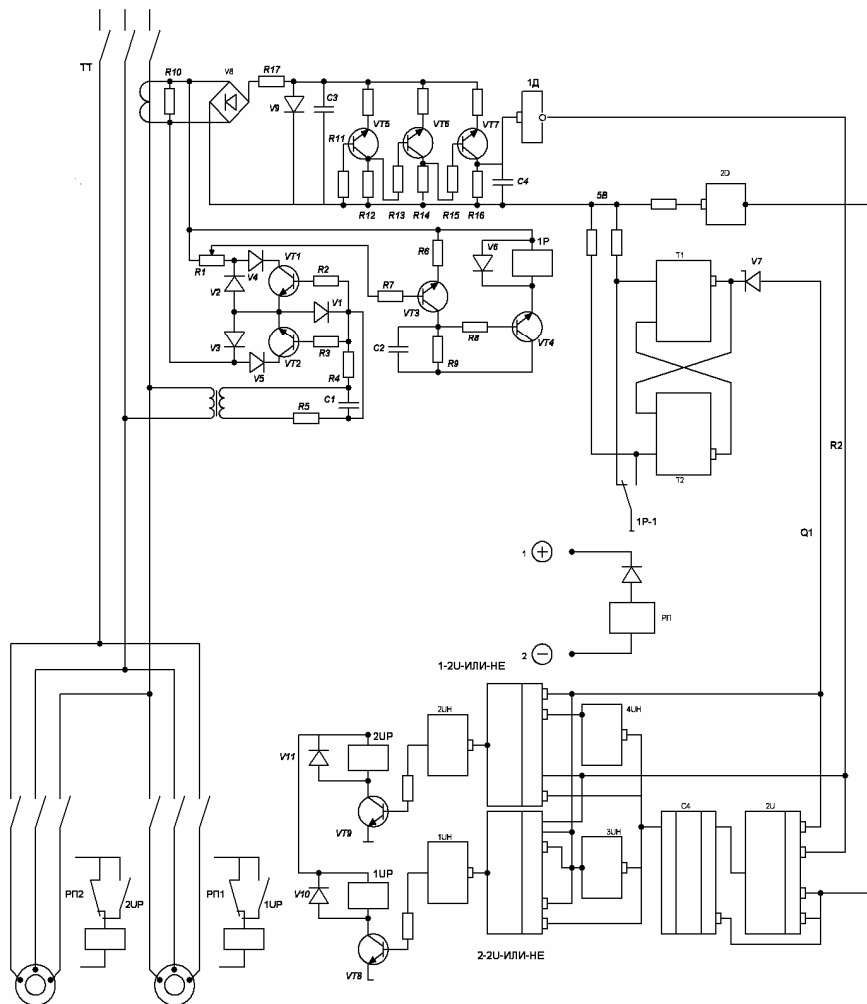
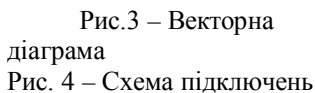


Рис. 2 – Електрична схема двохдвигунового енергозберігаючого привода.



Струм асинхронного електроприводу в залежності від навантаження змінюється по величині і відстає від фазної напруги на кут зміщення фаз φ рис 3. Знайдемо величину струму за півперіод з моментом фазної напруги через нуль

Активна складова опору пропорційна потужності, навантаженню на приводі. Ця думка реалізується пристроєм, в якому на трансформатор струм ТТ, зашунтований резистором, включений вимірювач, який складається з регульованого резистора R_1 та накопичуючого конденсато-

ра C_1 , приєднаний через випростувальний місток V_1 та еміторно-колекторний перехід транзистора V_2 базово-еміторний перехід через резистор приєднаний на резистор R_2 ; включений послідовно рис 2. з конденсаторам C_2, C_3 , до сусідніх фаз мережі по відношенню до фаз з трансформатором струму ТТ.

Із векторної діаграми видно, рис 3, що вектор напруги між сусідніми фазами В та С чи по відношенню до фазної напруги фаз ϑ_α випереджає чи відстає на 90° . Так як обрано опір ділителя напруги із конденсаторів C_2, C_3 , і резистора R_2 такими, що ємність опору на багато більше активного опору $X_c \gg R$, то струм в ємнісному ділителі буде випереджати вектор U_{bc} чи відставати від вектора напруги U_{bc} на 90° . Напруга на резисторі R_2 буде співпадати чи знаходитися в протифазі з вектором напруги U_α . Транзистор V_2 , базово-еміторний перехід котрого включений на резистор R_2 буде відкритий в період часу одного із півперіодів, починаючи з моменту переходу напруги через нуль. На накопичувальному конденсаторі C_1 напруга буде пропорційна активному струму, тобто активній потужності електропривода.

Шахтний електропровід часто працює з режимом реверсування фазі В та С міняються місцями, тому в нормальному режимі і при реверсуванні на накопичувальному конденсаторі буде приміняється полярність. Для того щоб вимірювач працював однаково у обох режимах, на резисторі з регулюванням R_1 включено згладжуючий конденсатор C_4 випрямляючий місток V_3 , вихід котрого через резистор R_3 приєднаний на вхід транзисторного підсилювача, виконаного на двох транзисторах V_4, V_5 , в колекторне коло першого включеного резистора R_4 , а другого реле Р зашунтованого зустрічним діодом V_6 і ввімкнута на випрямляючий місток V_7 із згладжуючим конденсатором C_5 . Випрямляючий місток V_7 включений на трансформатор струму ТТ.

Для вивчення спрацювання реле навантаження Р в момент пуску на вхід транзисторного підсилювача включений діод V_8 ата конденсатор C_6 і одночасно вони приєднані через стабілітрон V_9 на перший випрямляючий місток.

Під час пуску електроприводу в первинному колі проходить пусковий струм і пропорційно йому зростає напруга у вимірюваному колі під дією якого ховається стабілітрон V_9 і заряджається конденсатор C_6 і прикладеною напругою, закриває діод V_8 у вхідному колі підсилювача до

зниження напруги, пропорційного номінальній напрузі, при якій стабілітрон V_5 закривається, розряджається конденсатор C_6 і відкривається діод V_6 . Установка спрацювання реле відбувається регулюванням резистора R_1 . При навантаженні на привід віще обраної напруги на вході виходить величини спрацювання і підсилювальне реле Р своїми контактами розриває коло живлення електромагнітного контактора.

Запропонований пристрій виготовлений та відповідає всім вимогам техніки безпеки. Енергозберігаючий пристрій був упроваджений у виробництво на підприємстві «Виробниче об'єднання «Добропіллявугіль». Проведені випробування показали надійну роботу пристрою у реальних виробничих умовах.

Використана література

1. М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков
Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навчальний посібник.- Либідь, 2005. – 680 с.
2. О.М. Закладний, А.В. Праховник, О.І. Соловей. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. – К: Кондор, 2005. – 408 с.
3. А.С. № 1555791 СССР МКИ³ Н 02Р 1/54. Многодвигательный электропривод конвейеров // И.И. Коваленко, В.И. Чернышев, О.И. Коваленко, Опуб. 7.04.1990. Бюлл. № 13 - 2 с.
4. А.К. Малиновский. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников. – М: Недра, 1987. – 276 с.

УДК 622.831.24

А.Е. КОЛЬЧИК, Е.И. КОЛЬЧИК, В.Н. РЕВВА, (ИФГП НАН Украины)

СДВИЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДОНБАССА

Приведены результаты исследований за смещениями подрабатываемого горного массива при наличии в кровле пласта мощных породных слоев.

Наведені результати досліджень за зміщеннями гірничого масиву, що підроблюється при наявності у покрівлі пласта товстих породних шарів.

При ведении подземных горных работ происходит подработка земной поверхности. В зону вредного влияния горных разработок попадают промышленные, жилые и общественные здания и сооружения, транспортные коммуникации, линии электропередачи и природные объекты, нарушение целостности которых может не только вызвать возникновение аварийных ситуаций на них, но и привести к многочисленным человеческим жертвам. Наряду с негативным воздействием на подрабатываемые объекты, процесс сдвижения горного массива нередко создает опасность для производства самих горных работ.

Смещения и деформации земной поверхности также могут привести к неработоспособности чувствительного оборудования и серьезным нарушениям промышленных объектов, в том числе экологически опасных, таких как атомные и тепловые электростанции, гидротехнические сооружения, магистральные трубопроводы, химические предприятия. Участки, оказавшиеся в зоне влияния горных работ, являются нарушенными и могут утратить свою хозяйственную ценность. Все это создает экологическую напряженность, заметно ухудшает условия жизни людей.

Поэтому изучение, прогноз и регулирование процессов сдвижения горных пород является важным и актуальным вопросом в сфере безопасности работы угольных предприятий и предотвращении экологических проблем.

Добыча угля в течение длительного периода вызывает значительные изменения в массиве горных пород и земной поверхности. Увеличивается трещиноватость и уменьшается прочность горных пород, образуются пустоты у краевых частей выработок и при расслоении горных пород, происходит изменение гидро и газовой проводимости горного массива. При этом происходят значительные оседания земной поверхности, величины которых неодинаковы по подработанной площади.

Процесс сдвижения горных пород часто оказывает негативное, порою даже разрушительное воздействие на состояние зданий и сооружений.

Количество подрабатываемых горными работами зданий и сооружений с каждым годом возрастает. Так, только по комбинату «Донецкуголь» в 1972 году было подработано 130 зданий соцкультбыта, 140 государственных, 5440 частных жилых домов (табл. 1). В 1987 году 28 шахт ПО «Донецкуголь» подработали 5830 жилых зданий, 295 промышленных объектов, 30 км железных дорог, 85 км магистральных трубопроводов, 18 водных объектов. При подработке центральной части города Донецка более 200 жилых и общественных зданий подверглись многократному воздействию горных работ, проводимых без закладки выработанного пространства.

Негативное влияние подземной добычи угля наблюдается и в других угленосных районах Донбасса (см. табл. 1).

Процесс сдвижения горных пород всегда начинается с прогиба слоев, расположенных непосредственно над выработкой, и обычно сопровождается вывалами из кровли. По мере увеличения площади выработанного

Таблица 1

Количество подработанных объектов [1]

№ п/п	Наименование угольного района	Количество подработанных объектов
1	2	3
1	Центральный	Подработано 60 % объектов. В Горловке с 1977 по 1988 снесено 160 домов, общей площадью 64,7 тыс. м ² , в аварийном со-

		стоянии на 1 января 1988 г. находятся 73 жилых дома (90,5 тыс. м ²).
2	Донецко-Макеевский	Подработка г. Донецка, железных и авто-дорог, мостов, пойм рек и т.д. В г. Донецк в 1972 г. было подработано 130 зданий соцкультбыта, 1400 государственных, 5440 частных жилых домов; в 1987 г. – 5830 жилых зданий, 295 промышленных объектов, 30 км железных дорог, 85 км магистральных трубопроводов, 18 водных объектов.
3	Красноармейский	В г. Белозерск общее оседание поверхности – до 2,3 м, деформации сжатия и растяжения – 2,5 мм/м. В конструкциях зданий появляются трещины раскрытием до 20 мм, незначительные перекосы оконных и дверных проемов, значительные повреждения зданий, повреждения водопроводов и канализации. В г. Украинск оседание земной поверхности – до 700 мм; 180 жилых домов и инженерные коммуникации получили значительные деформации. Суммарное оседание Украинска – 2,5 м. Первый этаж зданий подвергается затоплениям во время ливневых дождей и паводков.
4	Западно-Донбасский	Оседание и затопление поверхности поймы р. Самары с высоким уровнем грунтовых вод. Подтоплено 11,8 тыс. га земельных угодий (из которых 1,6 тыс. га – лес, 2,3 тыс. га – пашня, 1,4 тыс. га населенные пункты). На 1 января 1988 г. в районе разрушено и не подлежит восстановлению 677 строений, в т.ч. 647 жилых домов.

пространства прогиб пород растет, в сдвигение вовлекается все большее число слоев, происходит сдвиг пород по плоскостям напластования, в толще появляются секущие трещины и трещины расслоения, при этом слои непосредственной кровли разбиваются обычно на отдельные блоки и обрушаются. При больших размерах выработанного пространства процесс сдвижения толщи пород распространяется до земной поверхности [2 – 7], в результате чего образуется мульда сдвижения.

В результате ранее выполненных исследований установлены зависимости изменения длительности оседания подработанного массива [4 – 6] и параметры кинематики мульды сдвижения [2].

Доказано, что в подрабатываемых объектах возникает волна накоперемненных деформаций [3].

Однако все эти исследования выполнялись при малых скоростях подвигания лав (до 3 – 5 м/сут). В последние годы разработаны и внедрены новые высокопроизводительные комплексы, позволяющие отрабатывать угольные пласты со скоростью подвигания лав $V_{\text{л}} = 9 - 10$ м/сут. Поэтому для установления закономерностей сдвижения горного массива и поверхности при таких скоростях необходимо проведение дополнительных исследований.

С целью установления закономерностей изменения величины смещений подрабатываемой земной поверхности, при больших скоростях подвигания лав и наличии в кровле пласта мощных породных слоев, были выполнены исследования в условиях шахты «Красноармейская-Западная № 1». Шахтой отрабатывается пласт d_4 , угол падения которого изменяется от 4 до 14^0 . Выше пласта d_4 залегает три мощных слоя песчаника и песчаного сланца. Глубина ведения очистных работ в среднем составляла 585 м (5-я северная лава блока № 2) и 636 м (6-я южная лава блока № 6). Выемочные поля отрабатывались с использованием столбовых и комбинированных систем разработки. Скорость подвигания очистных забоев изменялась от 1,6 до 8,1 м/сутки.

Отработка выемочных полей ведется одиночными лавами по восстановлению и простиранию. Все выемочные выработки проходятся узким ходом. Способ управления кровлей – полное обрушение. Для обеспечения возможности повторного использования выемочных выработок позади лавы (со стороны выработанного пространства) сооружается литая полосу. В некоторых случаях выемочные выработки погашаются вслед за лавой, и тогда для отработки смежного выемочного поля одна выемочная выработка проходит вприсечку к выработанному пространству.

В результате выполненных исследований установлено, что в зоне влияния 5-й северной лавы блока № 2 основные смещения земной поверхности происходили на расстоянии до 300 м (в сторону выработанного пространства) от проекции створа лавы на горизонтальную плоскость. С увеличением этого расстояния происходит стабилизация смещений земной поверхности. Максимальные опускания земной поверхности по замерным станциям изменяются в пределах 0,45 – 0,58 м. Это составляет 28 – 36 % от средней вынимаемой мощности пласта.

В зоне влияния подработки 6-й южной лавы блока № 6 основные смещения происходили на расстоянии до 350 м от створа лавы. А максимальные смещения по замерным станциям изменялись от 0,28 до 0,36 м, что составляет 24 – 30 % от средней вынимаемой мощности пласта.

В общем, с увеличением глубины разработки с 585 м до 636 м и уменьшением средней мощности пласта с 1,6 до 1,2 м происходит уменьшение величины смещений земной поверхности на 0,17 – 0,22 м.

Граница мульды сдвижения земной поверхности располагается впереди проекции на поверхность створа движущегося очистного забоя [4, 6 – 8]. Причем после остановки очистного забоя расстояние от створа лавы до границы мульды сдвижения увеличивается [9, 10].

В результате выполненных исследований установлены зависимости изменения параметров мульды сдвижения земной поверхности.

Так расстояние от проекции створа (движущегося очистного забоя) на поверхность до границы мульды сдвижения зависит от скорости подвигания лавы и может быть определено из зависимости

$$L = 71 - 6,6V_{л}, \text{ м}, \quad (1)$$

где $V_{л}$ – скорость подвигания лавы, м/сут.

После остановки лавы происходит увеличение размеров мульды оседания земной поверхности. Причем через 240 суток после остановки лавы развитие мульды практически прекращается. Величина увеличения расстояния от проекции створа остановленного забоя на поверхность до границы мульды сдвижения может быть описана уравнением

$$\Delta L = 0,8t, \text{ м}, \quad (2)$$

где t – время после остановки очистного забоя ($0 \leq t \leq 240$), сутки.

В общем, расстояние до границы мульды сдвижения поверхности от створа лавы будет равно

$$L_{ст} = L + \Delta L, \text{ м}, \quad (3)$$

Из изложенного следует, что размеры мульды сдвижения земной поверхности зависят не только от площади отработанного пласта, но и от скорости подвигания очистного забоя и времени после его остановки. Установленные зависимости позволяют уточнить параметры зоны влияния подработки земной поверхности при наличии в горном массиве мощных породных слоев, что весьма важно при определении размеров охранных целиков.

Литература:

1. Сургай Н.С., Сошенко А.И. Охрана гражданских, промышленных и природных объектов от вредного влияния горных работ в Донбассе. – Уголь. – 1988. - № 6. – С. 18 – 22.

2. Knothe S. Równanie profilu ostatecznie wykształconej niecki osiadania. Archiwum Górnictwa i Hutnictwa, t. 1, z. 1, 1953, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, str. 22 – 38/

3. Drzeźła B. Rozwiązanie pewnego przestrzennego zadania liniowej teorii sprężystości w zastosowaniu do prognozowania deformacji gorotworu pod wpływem eksploatacji górniczej wraz oprogramowaniem. ZN Pol -1. nr 588 – Górnictwo z. 91, 1978 – Ghwice.

4. Четверик М.С., Андросук Е.В. Теория сдвижения массива горных пород и управление деформационными процессами при подземной выемке угля. – Днепропетровск: РИА «Днепр-VAL» - 2004. – 148 с.

5. Бубнова О.А. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Взаємозв'язок деформацій контуру дільничних виробок з параметрами зсуву над вугільної товщі на шахтах західного Донбасу. Дніпропетровськ. – 2008. – 19 с.

6. Озеров І.Ф. Зсув земної поверхні та геомеханічні процеси у підробленому масиві при підземному видобуванні вугілля. Автореф. дис. д-ра техн.наук. – Дніпропетровськ, НГАУ. – 2001. – 38 с.

7. Гавриленко Ю.Н. Изучение сдвижений и деформаций земной поверхности в сложных горно-геологических условиях Донбасса. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-геологічна. Вип.. 62. Донецьк: ДонНТУ – 2003. – С. 34 – 47.

8. Беляев Е.В. Теория подрабатываемого массива горных пород. – М.: Недра. – 1987. – 176 с.

9. Кулибаба С.Б., Рожко М.Д. Характер развития процесса сдвижения земной поверхности после остановки очистного забоя // Проблемы гірського тиску. – ДонНТУ. – Донецьк: 2007. - № 15. – С. 120 – 128.

10. Кольчик А.Е., Кольчик И.Е. Исследование динамики сдвижения земной поверхности после прекращения ведения очистных работ // Геотехнології охорони праці у гірничій промисловості. Матеріали конференції. – КП ДонНТУ. – Красноармійськ: 2008. – С. 7 – 12.

УДК 622.83

КОДУНОВ Б.А. (КИИ ДонНТУ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ И ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ

Розглянуто комп'ютерну програму та її можливості при моделюванні процесу зрушення гірських порід і земної поверхні під впливом підземних гірничих робіт

Под термином сдвигение горных пород в горнотехнической литературе понимают их перемещение и деформирование в результате нарушения равновесия под влиянием горных разработок. В процессе сдвижения происходит изменение объема пород, в результате чего образуются зоны деформаций сжатия, соответствующие зонам повышенного горного давления и зоны разрыхления горных пород, соответствующие зонам пониженных напряжений. Таким образом, процесс сдвижения горных пород тесно связан с характером перераспределения напряжений в горном массиве и определяет его напряженно - деформированное состояние, которое обязательно учитывается при выборе параметров систем разработки и большинства технологических процессов подземных горных работ. Кроме того, для выбора мер охраны при подработке объектов, находящихся на земной поверхности или в массиве горных пород необходимо знать и уметь прогнозировать величину сдвижений и деформаций. Поэтому установление закономерностей процесса сдвижения, совершенствование методов прогнозирования напряженно-деформированного состояния горных пород и земной поверхности является актуальной научной и практической задачей.

Первые исследования по данному вопросу относятся ко второй половине XIX в., однако до настоящего времени нет единой общепризнанной теории сдвижения горных пород и земной поверхности. В нашей стране официальным методом прогнозирования сдвижений и деформаций земной поверхности, закрепленным в нормативных документах, является метод типовых кривых, основанный на использовании данных натурных измерений, по которым строятся кривые сдвижений и деформаций [1]. Методы расчета сдвижений и деформаций толщи горных пород до настоящего времени остаются практически не разработанными.

Математическое моделирование физических процессов получило свое развитие после широкого внедрения быстродействующей электронно-вычислительной техники и является сейчас таким же распространенным методом изучения природы, как и физическое моделирование. Методы математического моделирования физических процессов, можно разделить на аналитические, численные или их комбинацию. Их основным преимуществом перед физическим моделированием является оперативность, то есть возможность быстрого изменения исходных данных и получения результата. Достоверность результатов математического моделирования, как и физического оценивается по главному критерию – соответствию натурным измерениям. В этом плане анализ существующих ра-

бот показывает, что исследования, посвященные математическому моделированию сдвижения горных пород и земной поверхности, недостаточно полно описывают данный процесс и не могут считаться законченными.

Автором разработана математическая модель и на её основе составлена программа расчета сдвижений и деформаций массива горных пород и земной поверхности. Математический аппарат формул, лежащий в основе модели изложен в работе [2]. При составлении модели массив горных пород принимается в виде дискретной слоистой среды блочной структуры. Выработанное пространство разбивается на элементарные участки, которые генерируют возникновение областей сдвижения горных пород и земной поверхности. При их сложении образуется общая область сдвижения от влияния всей очистной выработки, а частицы (участки) горных пород или земной поверхности перемещаются, образуя векторы сдвижений. По направлению и величине данных векторов можно судить об изменениях в положении исходной линии или поверхности и соответствующих деформациях, вызванных этими изменениями.

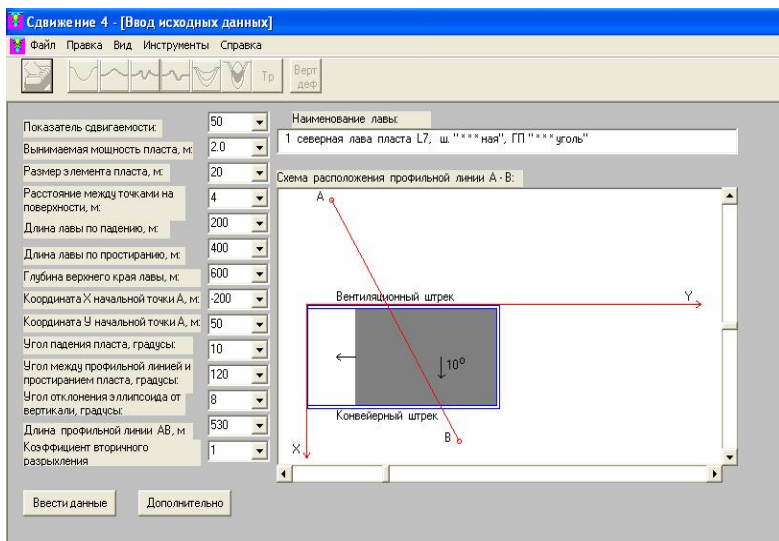


Рис. 1. Исходные данные для моделирования.

Исходными данными для моделирования служат (рис.1.):

- горнотехнические параметры (размер выработанного пространства по простиранию и падению);
- горногеологические факторы (глубина залегания пласта, угол падения, мощность, показатель сдвигаемости горных пород – интегральный

параметр, учитывающий свойства горного массива, влияющие на его сдвигение);

- геометрические параметры моделирования (положение точек профильной линии в пространстве, определяемое координатами начальной точки, углом разворота, расстоянием между точками; размеры элементарной области пласта, инициирующей процесс сдвигения, угол направления области сдвижений);

- дополнительные параметры (направление движения забоя лавы, мощность наносов, расстояния между горизонтальными и вертикальными сечениями для расчета вертикальных деформаций или объемов мульды сдвигения).

Для идентификации разработанной математической модели выполнено сравнение результатов математического моделирования с фактическими данными и официальной методикой расчета сдвижений и деформаций земной поверхности. Также учитывалось соответствие полученных закономерностей при сдвигении массива горных пород с имеющимися исследованиями. При идентификации учитывались как качественные, так и количественные характеристики процесса сдвигения.

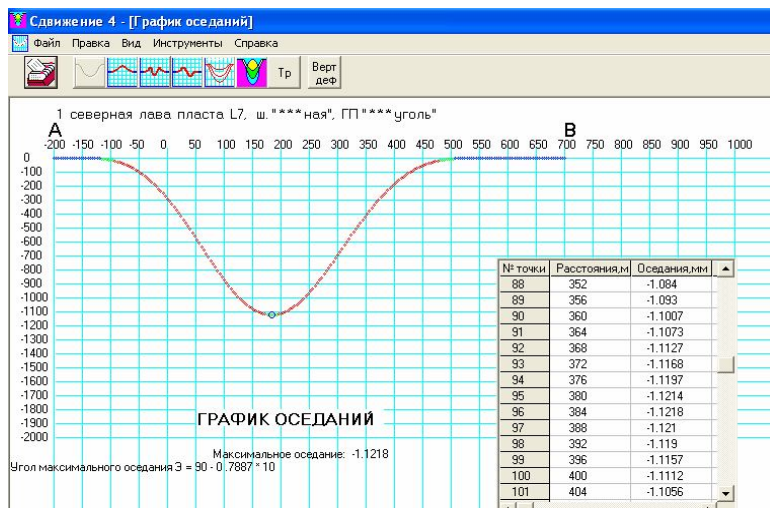


Рис. 2. Кривая оседаний.

Анализируя кривую оседаний, полученную при моделировании (рис.2), необходимо отметить смещение максимума оседания в сторону падения пласта, а также наличие двух точек перегиба кривой, находящихся над границами выработанного пространства и соответствующих нулевым деформациям (рис. 3.).

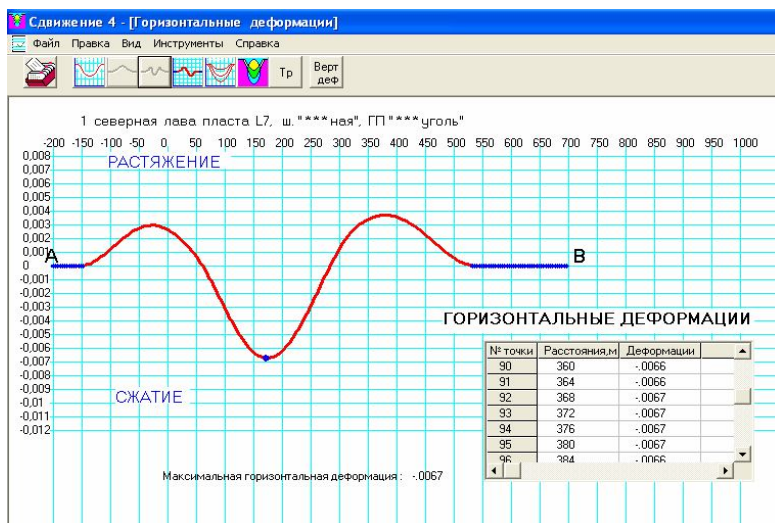


Рис. 3. Горизонтальные деформации земной поверхности.

Данные закономерности достоверно установлены исследованиями других авторов, фактическими данными и могут служить своеобразным эталоном при идентификации результатов моделирования. Кроме того, при сравнении вида кривых горизонтальных сдвижений и наклонов, а также горизонтальных деформаций и кривизны отмечается их подобие, что свидетельствует об их общей природе и подтверждается практическими результатами и ранее выполненными теоретическими исследованиями. Исследуя смоделированную кривую оседаний на экстремальные точки, отмечаем, что первая производная от данной функции соответствует кривым наклонов и горизонтальных сдвижений, а вторая производная – кривым горизонтальных деформаций и кривизны. Причем кривые, построенные по координатам векторов перемещений частиц, соответствуют кривым, полученным аналитическим способом от аппроксимированной функции оседаний.

Представленная программа позволяет получить и дополнительные сведения о процессе сдвижения, такие, как объём муьды сдвижения (рис.4.), распределения оседаний и деформаций в области влияния очистного пространства (рис. 5., рис. 6.).

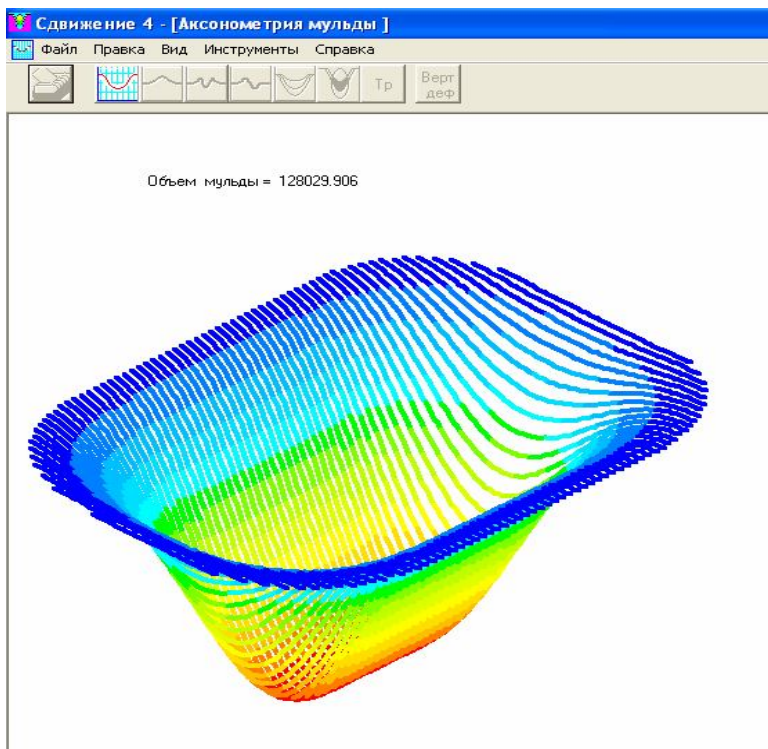


Рис. 4. Пространственное изображение мутьды сдвижения.

Необходимо отметить, что данная программа не использует аналитические или эмпирические формулы для описания кривых сдвижений и деформаций. Данные кривые определяются координатами точек, переместившихся в новое положение после воздействия на них выработанного пространства.

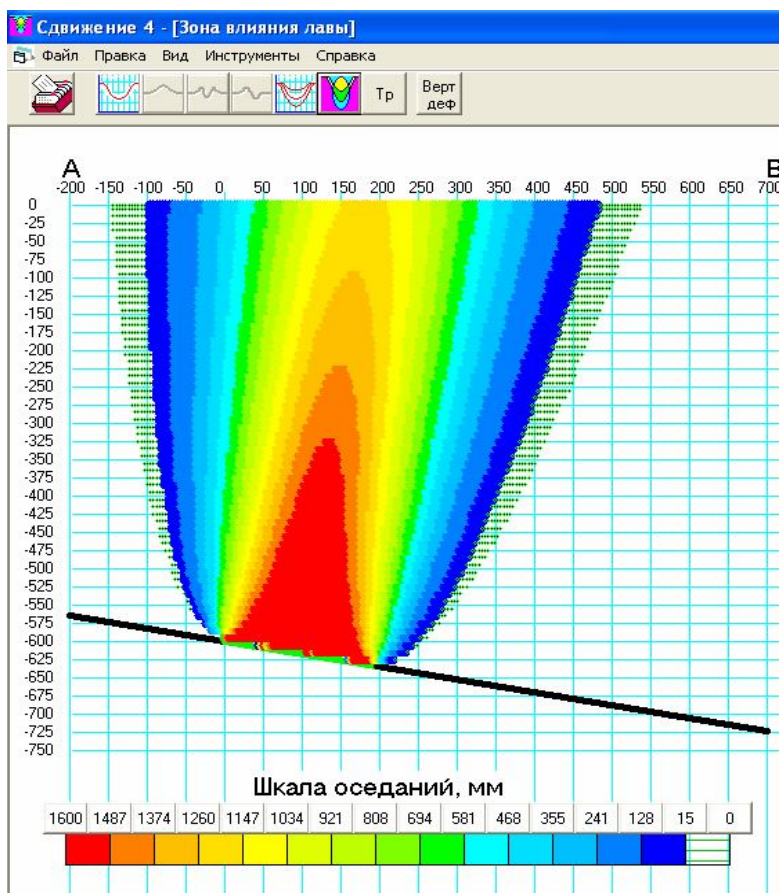


Рис. 5. Распределение оседаний в зоне влияния лавы.

Таким образом, разработанная математическая модель процесса сдвижения горных пород и земной поверхности, реализованная в виде компьютерной программы, позволяет:

- прогнозировать ожидаемые сдвижения и деформации массива горных пород и земной поверхности в любой заданной точке;
- учитывать при моделировании практически все заданные горно-технические и горногеологические условия разработки;
- оперативно выполнять предрасчет ожидаемых сдвижений и деформаций для различных условий отработки пластов;

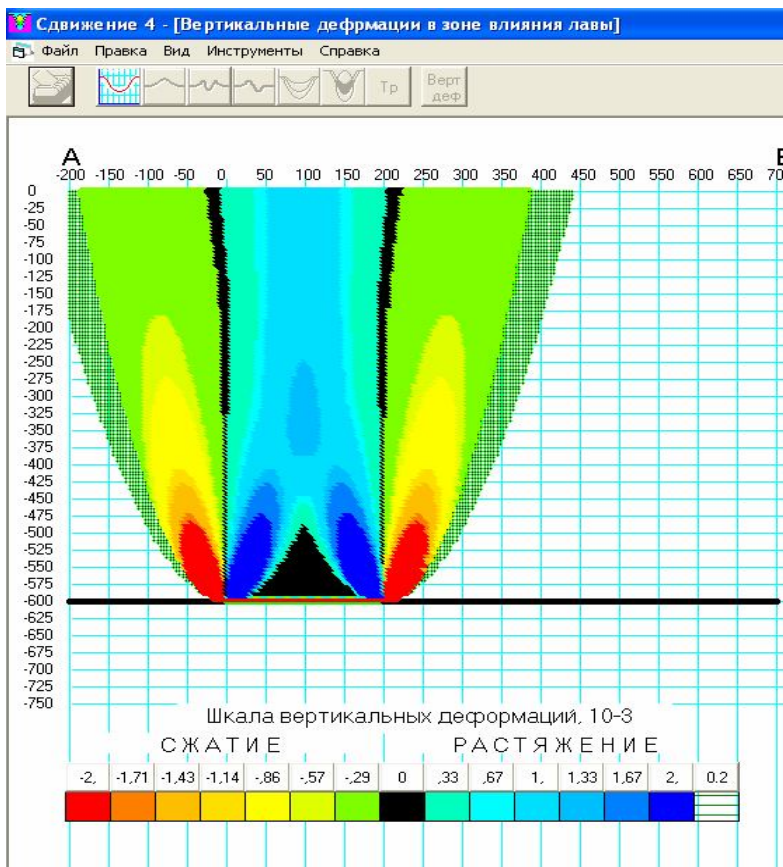


Рис. 6. Распределение деформаций в зоне влияния лавы.

- выполнять научные исследования сдвижений горных пород и земной поверхности, для проверки существующих и поиска новых закономерностей данного физического процесса.

Библиографический список:

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом.- Донецк: УкрНИМИ, 2004.- 127с.
2. Б.А. Кодунов. Метод прогнозирования сдвижений горных пород и земной поверхности при подземной разработке угольных месторождений // Уголь.- 1991.-№2.-С.54-56.

КОДУНОВ Б.А., НОСАЧ А.К., ЖИМЧИЧА И.М. (КИИ ДонНТУ)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ ПОЛНЫХ СДВИЖЕНИЙ
В ПОДРАБОТАННОМ МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД**

Розглядаються форма і закономірності утворення зони повних зрушень з метою вибору місця розташування виробок в раніше підробленому масиві гірських порід.

Зона полных сдвижений в принятой терминологии и классификации зон сдвижений при подземной разработке находится в подработанной части горного массива и располагается непосредственно над выработанным пространством выше зоны обрушения. Её границы со стороны выработанного пространства определяются в соответствии с принятыми представлениями и действующими нормативными документами углами полных сдвижений [1]. Данные углы образуются между плоскостью отрабатываемого пласта и линиями, соединяющими границы плоского дна мульды сдвижения с границами выработки (лавы) – нижней, верхней, по простиранию. Характерной особенностью зоны полных сдвижений является параллельное перемещение слоев горных пород на величину полного оседания, то есть в этой зоне происходит полная подработка массива горных пород. При этом горизонтальные и вертикальные деформации пород отсутствуют. Поэтому данную зону можно также назвать зоной отсутствия деформаций. К ней примыкают зоны вертикальных растяжений (горизонтальных сжатий) и опорного давления (вертикальных сжатий или горизонтальных растяжений). При планировании горных работ может возникнуть задача проведения горных выработок в подработанном массиве горных пород. От правильного выбора места расположения горной выработки будут зависеть условия её эксплуатации. Наиболее приемлемым является расположение горных выработок в зоне, где отсутствуют деформации горных пород, то есть в зоне полных сдвижений. В связи с этим определение границ данной зоны является актуальной задачей.

Согласно отраслевому стандарту Украины [1] углы полных сдвижений в главных сечениях мульды сдвижения для условий Донбасса равны:

- у нижней границы выработки $\psi_1 = 55^0$;
 - у верхней границы выработки $\psi_2 = 55^0 + 0,3 \alpha$;
 - у границы выработки по простиранию $\psi_3 = 55^0$,
- где α - угол падения пласта, градус.

Зона полных сдвижений, построенная по указанным углам на разрезах вкрест простирания и по простиранию ограничивается прямыми линиями и имеет вид треугольника или четырехугольника. Однако опыт ведения горных работ, эксперименты на моделях из эквивалентных материалов [2], теоретические исследования, математическое моделирование [3] показывают, что форма зоны полных сдвижений имеет сложный вид и ограничивается криволинейной поверхностью, с вогнутостью в сторону выработанного пространства. Также необходимо отметить, что большинство исследователей сходятся во мнении, что зоны влияния выработанного пространства, построенные по углам движения, не соответствуют их фактической форме, так как линии, проведенные по данным углам, являются условными границами, соединяющими определённую точку выработанного пространства с характерной точкой на земной поверхности или в массиве горных пород. К сожалению, существующие методики прогнозирования сдвижений и деформаций горных пород и земной поверхности данное обстоятельство не учитывают. То есть предполагается, что границы области сдвижений определяются прямыми линиями, проведенными под соответствующими углами независимо от глубины разработки.

Таким образом, для правильного построения зоны полных сдвижений необходимо определить вид поверхности, ограничивающей данную зону. Рассмотрим плоскую модель, соответствующую разрезу в главном сечении мульды сдвижения по простиранию пласта. В работе [2] приведены результаты моделирования процесса образования зоны полных сдвижений массива горных пород на моделях из эквивалентных материалов. На рисунке 1 показаны данные эксперимента и аппроксимирующая кривая, описываемая уравнением параболы

$$H = 0,037L^2 - 1,357L + 13,561, \quad (1)$$

где L – горизонтальное расстояние от границы лавы до границы плоского дна мульды сдвижения, м;

H – вертикальное расстояние от кровли пласта до соответствующего горизонта, м.

Уравнение (1) соответствует прочности горных пород $\sigma_{с.с.ж} = 15$ МПа. Кроме того, из данных физического моделирования [2] следует, что кривая, ограничивающая область полных сдвижений выполаживается при увеличении крепости горных пород, то есть коэффициент при H^2 уменьшается. Данный факт хорошо согласуется с исследованиями автора [3] и соответствует схеме сдвижения горных пород, когда горный массив представляется в виде блочной структуры. С увеличением прочности пород увеличивается размер структурных блоков (на исходном уровне – шаг обрушения основной кровли) и соответственно увеличивается радиус кривизны области влияния выработанного пространства. Ранее выполненными исследованиями [3] установлено, что уравнение области влия-

ния выработанного пространства имеет вид параболы и описывается уравнением

$$H = L^2/2p, \quad (3)$$

где p – комплексный показатель сдвигаемости горных пород, м.

Значение p для конкретных горногеологических условий определяется по данным практики, а усредненное значение может быть определено по формуле

$$p = 3l_{ин}, \quad (4)$$

где $l_{ин}$ – шаг обрушения основной кровли, м.

На рисунке 1 изображена кривая области влияния выработанного пространства $H = 0,01L^2$, построенная для характерных условий Донбасса ($\sigma_{сж}$ до 20 - 30 МПа, $l_{ин} = 17$ м).

Необходимо также отметить, что методика рационального заложения подготовительных выработок в подработанном массиве, разработанная ВНИМИ [4], должна использоваться с большой осторожностью, так как для определённых условий может давать неверные результаты (рис.2). Согласно данной методике выработки в подработанном массиве должны располагаться на расстоянии (высоте) не менее двенадцатикратной мощности подрабатывающего пласта, а расстояние от перпендикуляра, проведенного через границу подрабатывающей выработки складывается из указанной высоты и удвоенного шага обрушения основной кровли.

На рисунке 2 показаны три варианта расположения горных выработок в подработанном массиве горных пород.

1 – выработка расположена в зоне полных сдвижений (отсутствия деформаций), построенной согласно рекомендациям данной статьи.

2 – выработка расположена согласно методике ВНИМИ для условий: высота расположения над отработанным пластом 200м (в любом случае больше двенадцатикратной мощности пласта), шаг обрушения основной кровли 17м, то есть выработка смещена от края лавы на 234м. В этом случае выработка будет находиться в зоне изгиба горных пород и подвергаться деформациям горизонтальных сжатий и вертикальных растяжений

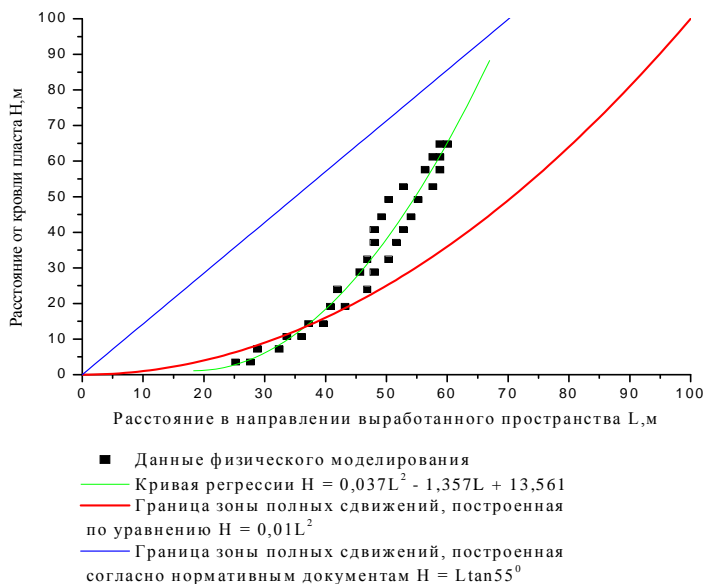


Рис.1. Границы зоны полных сдвижений.

3 – выработка расположена в зоне, построенной по углам полных сдвижений. В данном варианте, с учетом её расположения на небольшом удалении от отработанного пласта, на выработку будут действовать повышенные напряжения, вызванные горизонтальными сжатиями и вертикальными растяжениями.

По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

- зона полных сдвижений в подработанном массиве горных пород представляет собой сложное геометрическое тело, которое на разрезах вкрест простирания и по простиранию пласта может быть аппроксимировано параболической поверхностью, с вогнутостью в сторону выработанного пространства;
- параметры параболической поверхности, ограничивающей зону полных сдвижений зависят от степени разделения породного массива на блоки, что в свою очередь связано с крепостью горных пород и величиной шага обрушения основной кровли обрабатываемого пласта;

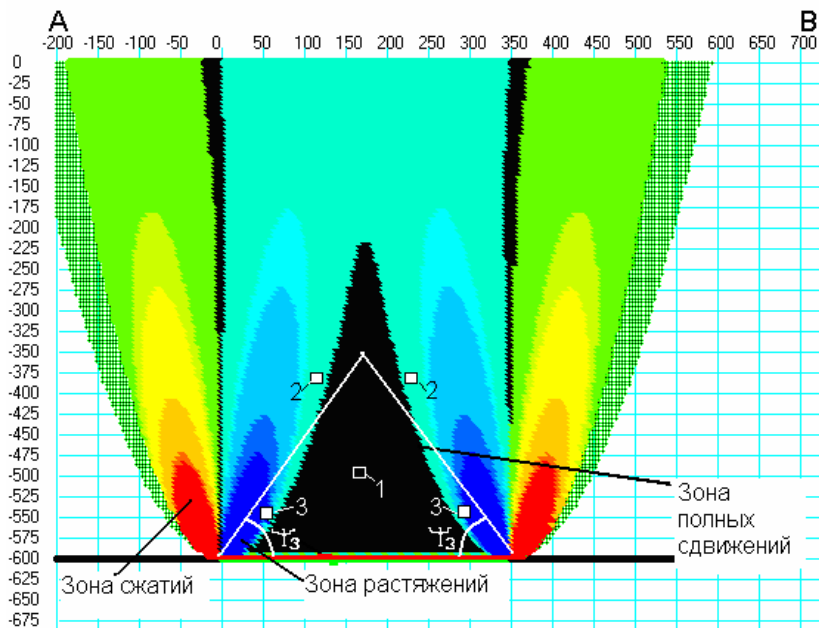


Рис. 2. Математическое моделирование формы зоны полных сдвижений в подработанном массиве горных пород.

- при выборе места расположения выработок в подработанном массиве горных пород необходимо учитывать форму зоны полных сдвижений, принимая во внимание, что на её границах, особенно на небольшом удалении от пласта имеют место повышенные напряжения, связанные с деформациями растяжения и сжатия;

- предлагаемый метод позволяет обоснованно производить выбор места расположения выработок в подработанном массиве горных пород.

Библиографический список:

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом.- Донецк: УкрНИМИ, 2004.- 127с.
2. А.Я.Мамонтов, А.С.Ведяшкин, Я.Я.Мамонтов. Расчет рационального места за-

ложения подготовительных выработок в пластах при малой кратности их подработки // Уголь.-1991.-№6.-С.58-59.

3. Б.А.Кодунов. Метод прогнозирования сдвижений горных пород и земной поверхности при подземной разработке угольных месторождений // Уголь.- 1991.-№2.-С.54-56.

4. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР.- Л: ВНИМИ, 1986.- 220 с.

УДК 622. 831

СОЛОВЬЕВ Г.И., МАЛЫШЕВА Н.Н., КАСЬЯНЕНКО А.Л., ВАСЕНИН
В.В. (ДонНТУ)
БАЧУРИНА Я.П. (КИИ ДонНТУ)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ ПРОДОЛЬНО-БАЛОЧНОЙ КРЕПЬЮ УСИЛЕН- НИЯ ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

Рассмотрены результаты опытно-промышленной проверки способа продольно-жесткой консолидации комплектов арочной крепи в конвейерном штреке шахты им А.А.Скочинского «Донецкой угольной энергетической компании»

Поддержание выемочных выработок глубоких шахт в зоне влияния очистных работ при сплошной системе разработки сопряжено с необходимостью выполнения значительных объемов работ по ремонту и переукреплению выемочных выработок из-за больших смещений их породного контура [1, 2].

В ДонНТУ был разработан новый способ продольной консолидации комплектов арочной крепи за счет жесткой связи их по всей длине выработки одной или двумя балками из двутавра [3] и при использовании спецпрофиля СВП [4]. При столбовой системе разработки балки устанавливались за 150-200 м перед лавой вне зоны влияния опорного давления, а при сплошной системе разработки они устанавливались в проходческом забое.

В условиях 2-й восточной лавы уклонного поля центральной панели пласта h^1_6 шахты им. А.А.Скочинского «Донецкой угольной энергетической компании» (рис. 1) была проведена опытно-промышленная про-

верка эффективности однобалочной продольно-жесткой крепи усиления из СВП-27 [5].

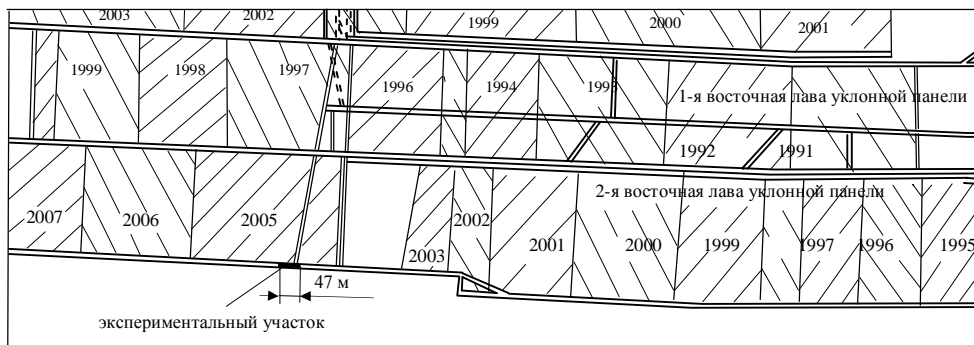


Рис. 1. Схема горных работ центральной панели уклонного поля пласта h_6^1 «Смолянининский»

Вторая восточная лава отрабатывала особо выбросоопасный пласта h_6^1 «Смолянининский» мощностью 1,30-1,85 м и углом падения 12-15° по сплошной системе разработки в сложных горно-геологических условиях. Длина выемочного поля – 1790 м. Длина лавы – 164 м.

Непосредственная кровля пласта - неустойчивый, сухой и трещиноватый глинистый сланец мощностью 5-7 м и прочностью 30-40 МПа. Непосредственная почва пласта - среднеустойчивый песчаный сланец мощностью 1,6-2,2 м, прочностью 40-60 МПа, относящийся к классу пучащих.

Конвейерный штрек с сечением в свету 13,8 м² был закреплен арочной податливой крепью из спецпрофиля СВП-27 с шагом установки крепи – 0,5 м. Кровля затягивалась железобетонной затяжкой, бока - металлической сеткой всплошную.

Для охраны конвейерного штрека использовались два ряда органной крепи плотностью 5 стоек на 1 м, устанавливаемые по линии обрушения пород; один ряд бутокостров размером 2х2 м, с шагом установки 2,7 м и чураковая стенка шириной 1м, выкладываемая на бровке штрека;

В опережении конвейерного штрека происходило интенсивное обжатие арочной крепи с формированием зоны повышенных нагрузок в кровле и боку выработки со стороны лавы.

Величина пучения почвы при этом составляла 0,15-0,2 м. На сопряжении выработки с лавой и на участке длиной 100-120 м за очистным

забоем на контуре штрека наблюдались интенсивные смещения вмещающих пород.

Для обеспечения продольной связи комплектов крепи по длине конвейерного штрека использовалась продольная балка из спецпрофиля СВП-27, которая асимметрично подвешивалась со стороны лавы на 0,2 м выше замков крепи донной частью профиля вверх (рис. 2, 3, б).



перам, установленным в кровле-почве и в боках конвейерного штрека (рис. 3) с точностью до 0,1 мм. Замеры производились в штреке перед очистным забоем, на сопряжении выработки с лавой и на участке 60 м за очистным забоем проводились с частотой 2-3 раза в неделю. На расстоянии

более 60 м за лавой – 1 раз в

Рис. 2. Одинарная продольно-балочная крепь

усиления в опережающей части конвейерного штрека 2-й восточной лавы пластмассового лонного поля центральной панели крепи позволило устранить ин-

тенсивные смещения боковых пород выполнялись маршейдерской рулеткой конструкции ВНИМИ по контурным р-

существовали балки сопровождались выдвиганием верхняков в по-

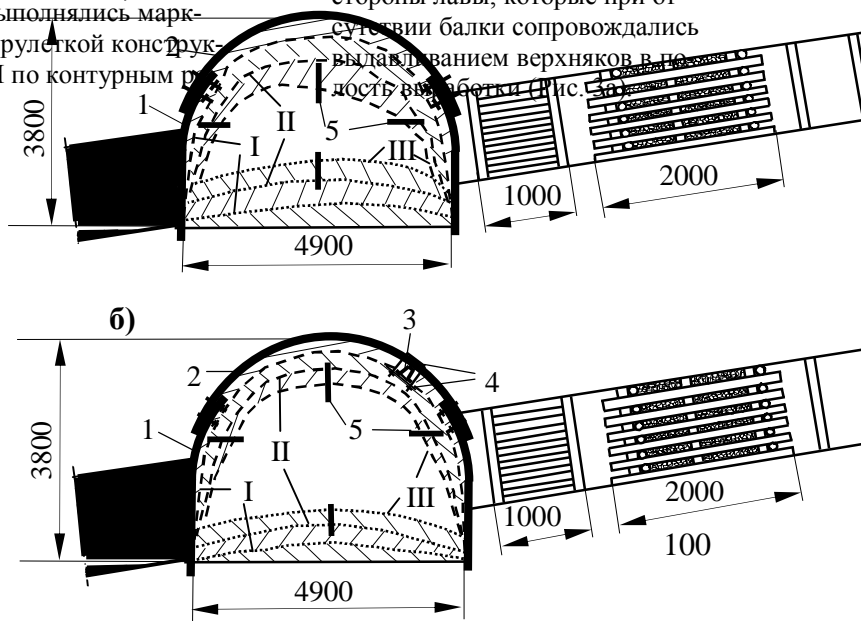
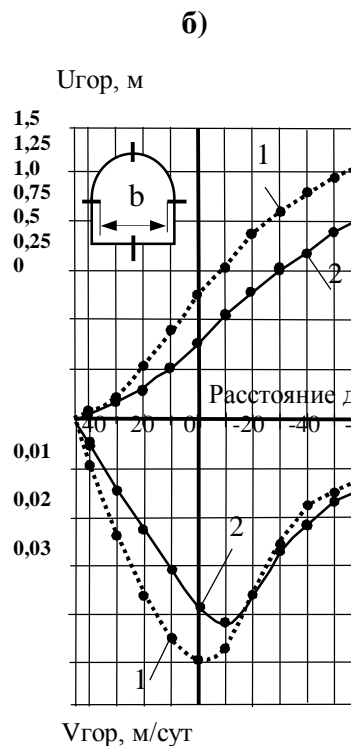
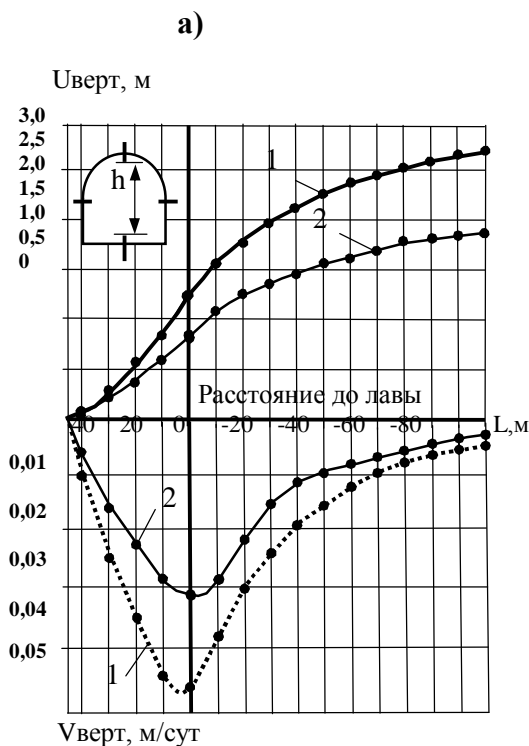


Рис. 3. Характер смещений контура конвейерного штреха 2-й восточной лавы без крепи усиления (а) и при однобалочной ПБКУ (б): 1 – на сопряжении с лавой соответственно на расстоянии 60 и 120 м за очистным забоем (1 – ножка арок – вехняк крепи; 3 – продольная балка из СВП-27; 4 – элементы крепления балки к крепи; 5 – контурные реперы)



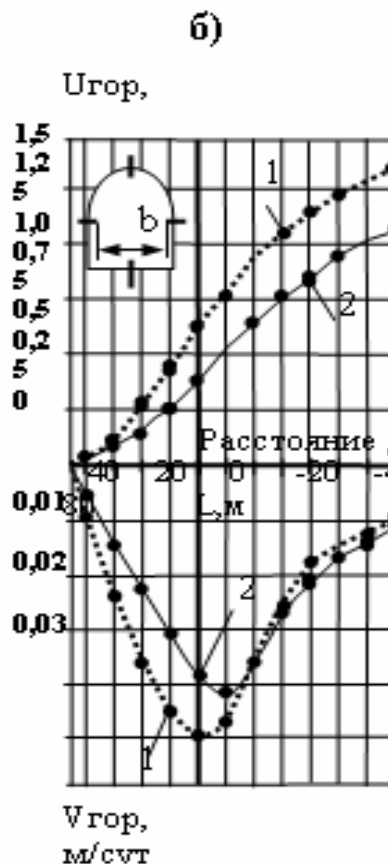
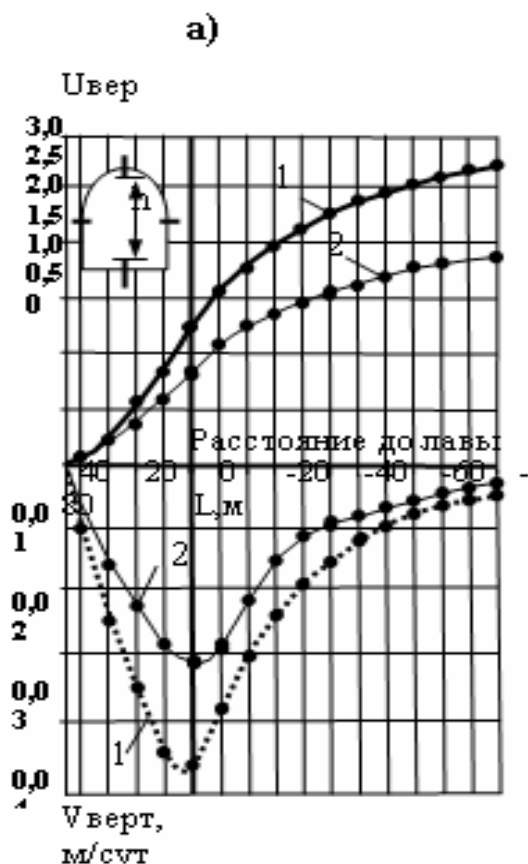


Рис. 4 График зависимости вертикальных (а) и горизонтальных (б) смещений и соответственно скоростей смещений (в) и (г) контура конвейерного штрека 2-й восточной лавы пласта h_6^1 : 1 – на контрольном участке без ПБКУ; 2 – на экспериментальном участке при использовании одной балки из СВП-27 и опережении лавы забоем конвейерного штрека на 45 м

Результаты инструментальных наблюдений за смещениями породного контура конвейерного штрека представлены на рис. 4.

Из представленных графиков видно, что применение однобалочной крепи усиления в конвейерном штреке 2-й восточной лавы пласта h_6^1 позволило

снизить на 0,4 и 0,9 м вертикальные и на 0,26 и 0,37 м горизонтальные смещения, а скорости смещений соответственно уменьшились в 1,59 и 1,2 раза.

Применение продольно-балочной усиливающей крепи позволило более эффективно использовать периметр верхняков за счет пространственной консолидации комплектов крепи и перераспределения повышенной и неравномерной нагрузки между перегруженными и недогруженными ее комплектами. При этом в кровле пласта и в боку выработки происходило образование локальных грузонесущих зон, препятствующих развитию процесса складкообразования (рис.3).

Список литературы

1. Черняк И.Л., Ярунин. Управление состоянием массива горных пород. М.: Недра, 1995. – 395 с.
2. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев М.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216с.
3. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Захаров В.С. Изменения деформаций контура кровли выемочной выработки при использовании каркасной крепи усиления // Известия Донецкого горного института. 1999. №1. С.66-70.
4. Соловьев Г.И. Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно-жестком усилении арочной крепи // Науковий вісник НГУ, Дніпропетровськ. 2006, №1. С.11-18.
5. Соловьев Г.И., Коваль А.Р., Литовченко С.И. О сохранении устойчивости конвейерного штрека продольно-балочной крепью усиления на шахте им. А.А.Скочинского // Сб.научн. тр. II-й Международной научно-практической конференции, 2-3 октября 2007 г. С.14-18.

УДК 622. 831

СОЛОВЬЕВ Г.И., МАЛЫШЕВА Н.Н. (ДонНТУ),
БАЧУРИНА Я.П., БРАТАШ Е.А. (КИИ ДонНТУ)

КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ ДОНБАССА

Предложена новая концепция обеспечения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт за счет продольно-жесткой консолидации комплектов арочной крепи

Опыт работы очистных забоев глубоких шахт показывает, что применяемые средства крепления и способы охраны подготовительных выработок не обеспечивают их устойчивость в зоне интенсивного влияния очистных работ [1-3]. Это приводит к необходимости выполнения значительных объемов работ по ремонту и перекреплению выемочных выработок из-за больших смещений их породного контура.

На шахтах г. Донецка («Южнодонбасская №3», им. К.Т.Абакумова, им. М.И.Калинина и им. А.А.Скочинского) была проведена опытно-промышленная проверка эффективности нового способа продольно-жесткого усиления арочной крепи подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ, которая подтвердила достаточно высокую его эффективность [4-8]. На шахте «Южнодонбасская №3» в вентиляционном ходке 4-й восточной лавы пласта c_{11} использовалась продольная балочно-двуглавровая усиливающая крепь (ПБДКУ) из двугавра №14 (рис. 1).

Вентиляционный ходок, проведенный комбайном вприсечку к транспортному ходку ранее отработанной лавы, с оставлением угольного целика шириной 4 м, охранялся 2-мя рядами деревянных бутоклетей с размерами 1,5х1,5 м, устанавливаемыми вплотную.

Двуглавровые балки длиной по 4,5 м подвешивались к верхняку каждой крепи с нахлестом 0,5 м на 2-х специальных крючьях с планками и гайками. Между собой балки соединялись болтами, для чего на концах балок (на участках нахлеста) срезались верхняя и нижняя полки двугавра. Для повышения жесткости продольно-балочной усиливающей конструкции между балкой и каждым верхняком крепи устанавливался дополнительный каркасный сегмент из отрезка верхняка длиной 3,5 м, который соединялся с верхняком двумя стандартными хомутами по обоим концам.

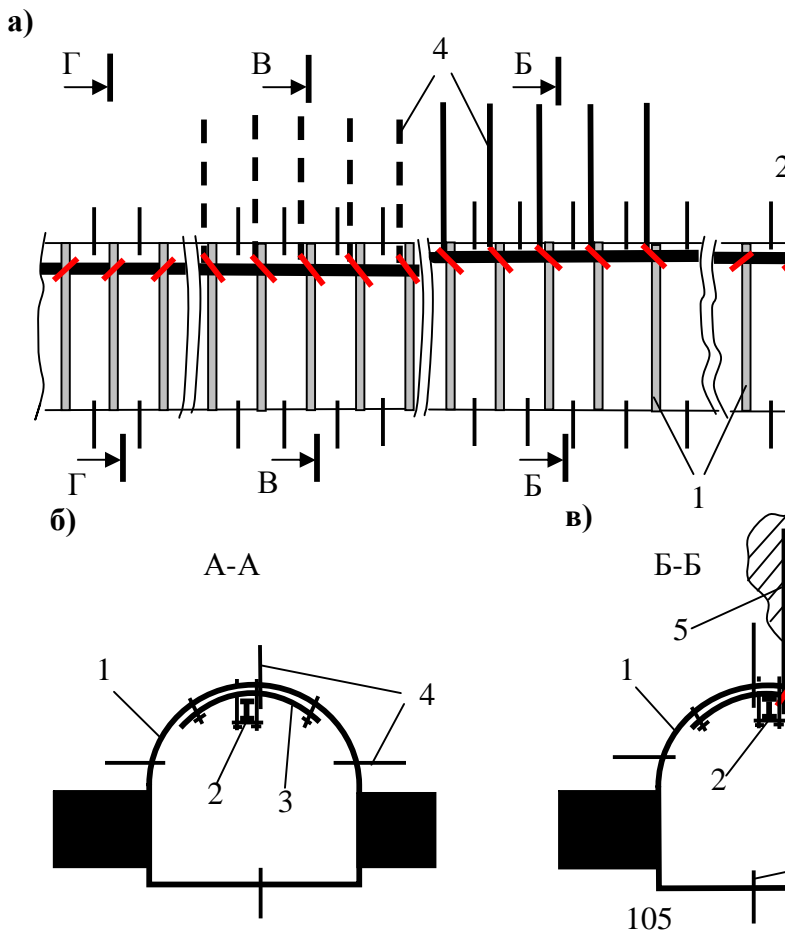
В вентиляционном ходке 4-й восточной лавы пласта c_{11} было сооружено 5 замерных участков (1 – контрольный и 4 экспериментальных) длиной по 40 м каждый и на расстоянии 40 м друг от друга (рис. 1). На всех участках были установлены реперные замерные станции с установкой реперов попарно в кровле-почве и в противоположных боках выработки. В центральной части каждого участка длиной по 20 м реперные станции устанавливались в каждом промежутке между рамами крепи, а на периферийных частях участков – через одну раму.

Всего было опробовано четыре варианта продольно-балочной усиливающей крепи: одинарная двуглавровая балка с дополнительным сегментом жесткости (рис. 1, а и б); одинарная двуглавровая балка с сегментом жесткости и усилением каждого комплекта арочной крепи вертикальным центрально расположенным химическим анкером длиной 2,5 м

(рис. 2, а и в), две параллельные двутавровые балки с сегментом жесткости и установкой на каждой раме крепи двух химических анкеров (рис. 1, а и г) и две параллельные двутавровые балки с сегментом жесткости (рис. 1, а и д).

Для повышения эффективности продольно-балочного усиления дополнительно устанавливались один вертикальный по центру выработки или два радиальных с наклоном на 30° в стороны от вертикали химических анкеров длиной по 2,5 м, которые соединялись с верхняком и балкой отрезком конвейерной цепи (рис. 1).

На рис. 2 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями и скоростями смещений контура кровли выработки на контрольном и 4-х экспериментальных участках при применении 3-х вариантов усиливающей крепи.



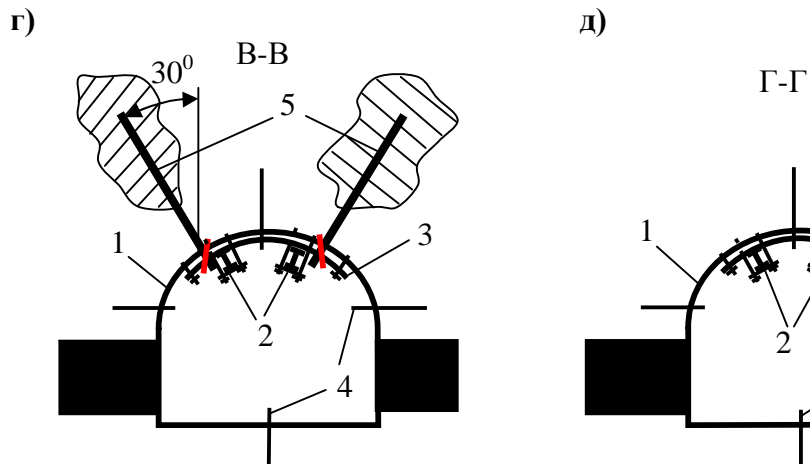
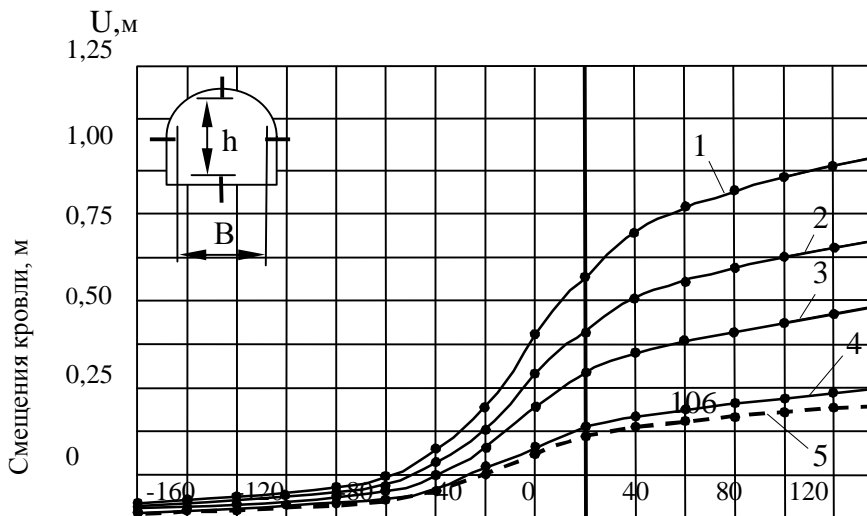


Рис. 1 Схема расположения ПБДКУ вдоль вентиляционного хода 4-й восточной лавы пласта c_{11} (а) и в поперечном сечении на контрольном и четырех экспериментальных участках (б-д): б) - при одной балке; в) при одной балке с одним химическим анкером; г) - при двух балках и 2-х химических анкерах; д) - при двух балках: 1 – комплекты арочной крепи; 2 – продольная двутавровая балка; 3 – сегмент жесткости; 4 – контурные реперы; 5 – сталеполимерные анкеры

Как видно из представленных графиков, продольно-жесткое усиление позволяет в 2,2–2,5 раза уменьшить смещения и скорость смещений кровли выработки на наиболее ответственном технологическом участке – сопряжении лавы с конвейерной выработкой.



Как показала опытно-промышленная проверка, применение продольно-жесткой связи арочной крепи по длине выработки позволяет перераспределить повышенную нагрузку между перегруженными и недогруженными комплектами крепи за счет жесткости двутавровой балки.

Применение комбинированной балочно-анкерной крепи усиления с 2-мя продольными балками и 2-мя рядами сталеполимерных анкеров по длине выработки, позволили снизить вертикальные смещения в 2,2-2,6 раза, что при качественном возведении жесткой опорной конструкции вдоль подготовительной выработки вслед за лавой обеспечивает возможность ее повторного использования для отработки следующей лавы [3].

Проведенные инструментальные наблюдения за смещениями породного контура позволили установить, что опускание кровли выемочной выработки имеет резко выраженный неравномерный характер на соседних участках выработки по ее длине характер и эта неравномерность отчетливо увеличивается в зоне опорного давления от движущегося очистного забоя (рис. 3).

Соединение автономных комплектов крепи балкой с различной жесткостью уменьшает деформацию и скорость деформации кровли выработки. Аналитические исследования [6] позволили установить, что при увеличении жесткости балки (IE) значения смещений и скорости смещений кровли уменьшаются (рис. 4), причем минимальные значения скорости смещений обеспечиваются на самом технологически важном участке – сопряжении с лавой, (т.е. там, где обычно скорость смещений максимальна).

Таким образом, успешная опытно-промышленная проверка показывает, что продольно-балочная крепь усиления обладает достаточными силовыми характеристиками для перераспределения нагрузок между соседними комплектами крепи и влияния на деформационные процессы, происходящие вокруг выемочной выработки.

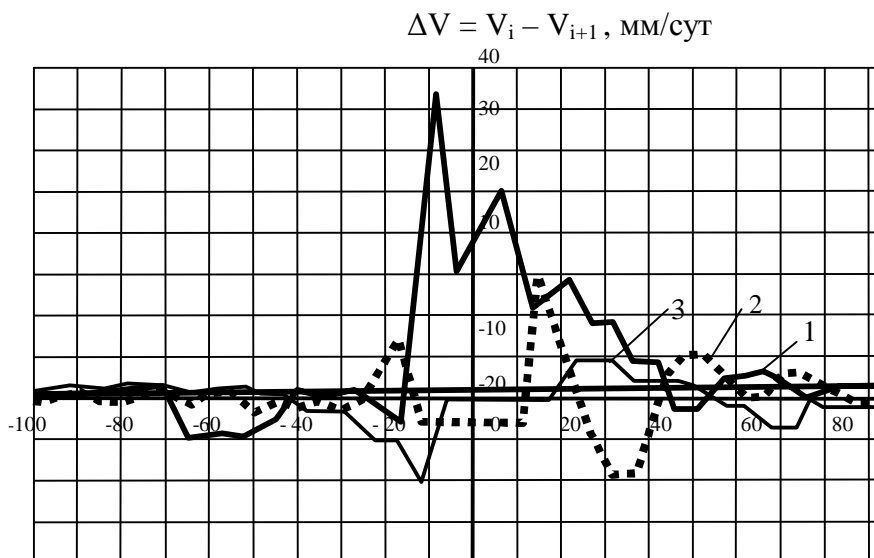
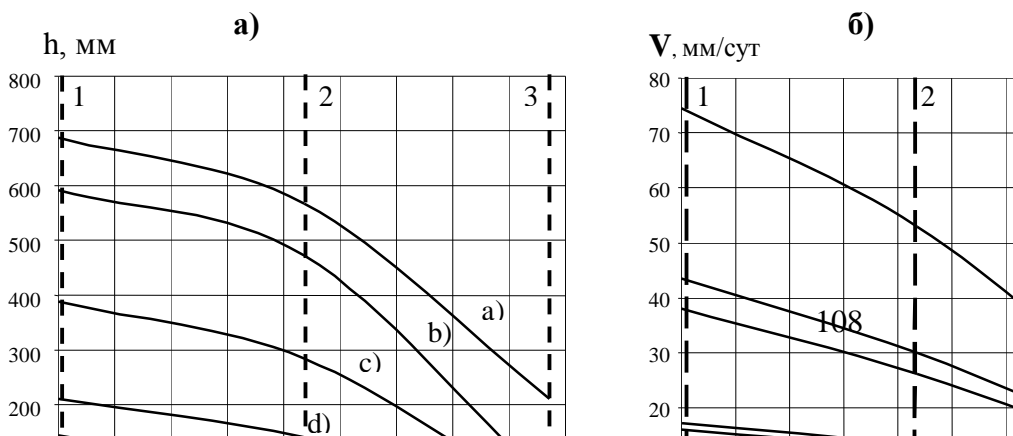


Рис. 3. График зависимости разности скоростей смещений кровли выработки на комплектах крепи от расстояния между замерной станцией и лавой (1 - контрольный сток, 2, 3-й экспериментальные участки соответственно с одной и двумя балками усиления)



Это позволяет рекомендовать продольно-балочную крепь усиления для сохранения устойчивости выемочных выработок в зоне влияния очистных работ глубоких шахт, что создает предпосылки для эффективной и безопасной работы современных механизированных комплексов.

Исследования эффективности продольно-балочной крепи усиления из спецпрофиля СВП-27 без использования химических анкеров и поперечных компенсаторов из сегментов СВП на ряде глубоких шахт производственного объединения «Донецкуголь» (им. М.И.Калинина, им. Е.Т.Абакумова, им. А.А.Скочинского) подтвердило достаточно высокую эффективность предложенного способа обеспечения устойчивости подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ [9].

Список литературы

1. Каретников В.Н., Клейменов В.Б., Нуждихин А.Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник. – М.: Недра, 1989. – 571с.
2. Черняк И.Л., Ярунин. Управление состоянием массива горных пород. М.: Недра, 1995. – 395 с.
3. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев М.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216с.
4. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Захаров В.С. Изменения деформаций контура кровли выемочной выработки при использовании каркасной крепи усиления // Известия Донецкого горного института. 1999. №1. С.66-70.
5. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Кублицкий Е.В., Петренко А.В. Определение параметров жестко-каркасного усиления крепи выемочной выработки // Геотехнологии на рубеже XXI века. – Донецк: ДУНПО. 2001. Т1.- С.68-74.

6. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Кублицкий Е.В., Демин И.К. О физической модели взаимодействия каркасной усиливающей крепи выемочной выработки с вмещающими породами // Горный информационно-аналитический бюллетень Московского государственного горного университета. 2002. №6. С.183-187.

7. Соловьев Г.И. Определение параметров продольно-жесткой усиливающей крепи для выемочных выработок глубоких шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень, МГТУ, Москва. №9, 2005 г. С. 230-233.

8. Соловьев Г.И. Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно-жестком усилении арок крепи // Науковий вісник НГУ, Дніпропетровськ. 2006, №1. С.11-18.

9. Соловьев Г.И. О результатах опытно-промышленной проверки эффективности способа продольно-жесткого усиления арок крепи выемочных выработок глубоких шахт // Геотехнічна механіка: Міжвід. збірник наук. праць / ІГТМ ім. М.С.Полякова НАН України. - Дніпропетровськ. 2005. – Вип.61. С.274-284.

622.831

СОЛОВЬЕВ Г.И., НЕФЕДОВ В.Е., КАСЬЯНЕНКО А.В. (ДОННТУ)
БРАТАШ Е.А. КИИ ДОННТУ

О ВДАВЛИВАНИИ НОЖЕК АРОЧНОЙ КРЕПИ В ПОЧВУ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Представлены результаты исследований процесса вдавливания ножек арок крепи в породы почвы выемочной выработки шахты "Южно-донбасская №3" "Донецкой угольной энергетической компании"

Увеличение глубины ведения горных работ сопряжено с ухудшением горно-геологических условий поддержания подготовительных выработок в зоне влияния работ. При этом одним из весьма негативных проявлений горного давления является пучение пород почвы, приводящее к значительной потере сечения выработки и необходимости выполнения большого объема ремонтных работ [1,2].

Наряду с пучением пород почвы в выработках наблюдается вдавливание ножек крепи в почву или "ложное" пучение [2].

Как показывает анализ опыта эксплуатации подготовительных выработок на шахтах Донбасса, для предотвращения вдавливания ножек арочной крепи в почву выработки в зоне влияния очистных работ, при ее проведении под ножки крепи подкладываются отрезки деревянных распилов. Однако при продольно-поперечных смещениях ножек крепи из-за интенсивных появлений временного опорного давления и негативного воздействия буро-взрывного способа проведения выработки ножка крепи сдвигается с деревянной подкладки и вдавливается в почву.

Исследования особенностей вдавливания ножек крепи в слабые породы почвы проводились в подготовительных выработках шахта им. Ленинского комсомола Украины и им. Героев космоса ПО "Павлоград-уголь" [3], которые поддерживались в зоне влияния очистных работ на глубине 300 – 600 м.

Анализ полученных данных показывает что, внедрение крепи в почву, как и пучение, разделяются на периоды интенсивного и установившегося смещений [3]. В течение первого периода, продолжительностью 16—28 суток, крепь внедрялась в почву скачкообразно и неравномерно от арки к арке, с изменчивостью 20— 30%; во время второго периода, продолжительность которого была соизмерима со сроком службы выработки, процесс происходил более равномерно и с меньшей скоростью. Установлено, что при малой прочности пород почвы даже при небольшой глубине залегания; происходило интенсивное вдавливание крепи в почву выработки.

В результате проведенных исследований [3] авторы предложили удлинить стойки крепи на 500 мм, что позволило увеличить межремонтный срок поддержания выработок, но не решило проблемы вдавливания ножек в почву.

Для исследования внедрения ножек арочной крепи в породы почвы средней прочности использовались результаты натурных наблюдений, проведенных в условиях шахты "Южнодонецкая №3" при опытно-промышленной проверке каркасной крепи усиления [4]. Наблюдения проводились в выемочной выработке 4-й восточной лавы пласта с11, мощностью 1,6 м на глубине 850 м, при комбинированной системе разработки и поддержанием выработки перед лавой и вслед за ней (рис. 1). Непосредственная кровля пласта – песчано-глинистый сланец мощностью 4,5 – 13,7 м и прочностью = 30 – 40 МПа; основная кровля – песчаник $m = 3 - 6$ м, $\sigma_{сж} = 50 - 70$ МПа. В непосредственной почве залегал песчано-глинистый сланец $m = 1,6 - 2$ м, $\sigma_{сж} = 20 - 40$ МПа; основная почва была представлена песчаником $m = 2 - 3,5$ м, $\sigma_{сж} = 40 - 50$ МПа.



Эксперимент проводился на четырёх участках протяженностью по 40 м и расстоянием между ними 40 м. Для исследования внедрения ножек крепи в почву выработки проводились инструментальные наблюдения на двух участках. На первом контрольном участке применялась арочная податливая крепь обычной конструкции. На втором экспериментальном участке применялась крепь усиления, конструкции ДонНТУ. Крепь усиления представляла собой балку из двутавра №14 жестко прикрепленную по центру каждого верхняка крепи хомутами на протяжении всего участка. Для повышения жесткости крепи усиления между балкой и верхняком крепи размещался криволинейный сегмент из спецпрофиля длиной 2,5 м.

Инструментальные наблюдения за смещениями боковых пород на контуре подготовительной выработки осуществлялись по контурным замерным станциям. Для этого в кровле, почве и боках выработки в короткие шпуров устанавливались контурные реперы, представляющие собой отрезки металлического прута диаметром 0,027 м и длиной по 0,6-0,8 м. Для определения абсолютной величины смещений боковых пород проводилась ежемесячная нивелировка по реперам кровли и почвы выработки. Результаты замеров по контурным станциям показали (рис. 2), что наиболее интенсивно пучение почвы происходило после прохода лавы и при поддержании выработки в зоне влияния выработанного пространства.

На сопряжении контрольного участка с очистным забоем максимальная величина пучения составила 0,77 м, а на удалении 140 м за

лавой 2,07 м. Величина вдавливания ножек крепи в почву выработки перед очистным забоем и в зоне влияния выработанного пространства равнялась соответственно 0,24 м и 0,74 м, что составило 31% и 36% от общей величины пучения.

При этом как пучение почвы, так и вдавливание ножек носило неравномерный характер по длине участка. На начальном этапе наблюдений, на расстоянии от 115 до 45 м до лавы наблюдался плавный и монотонный рост величины пучения и вдавливания ножек. Затем, в зоне опорного давления лавы происходит значительная интенсификация пучения (с 300 до 900 мм) и вдавливания (с 50 до 250 мм). Однако, основная часть, как пучения, так и вдавливания ножек крепи была отмечена в зоне влияния выработанного пространства, где они соответственно составили 2000 и 650 мм. При этом следует отметить, что если пучение почвы происходило плавно, то вдавливание ножек крепи носило резко неравномерный и скачкообразный характер с перепадами смещений от арки к арке от 15 до 40%.

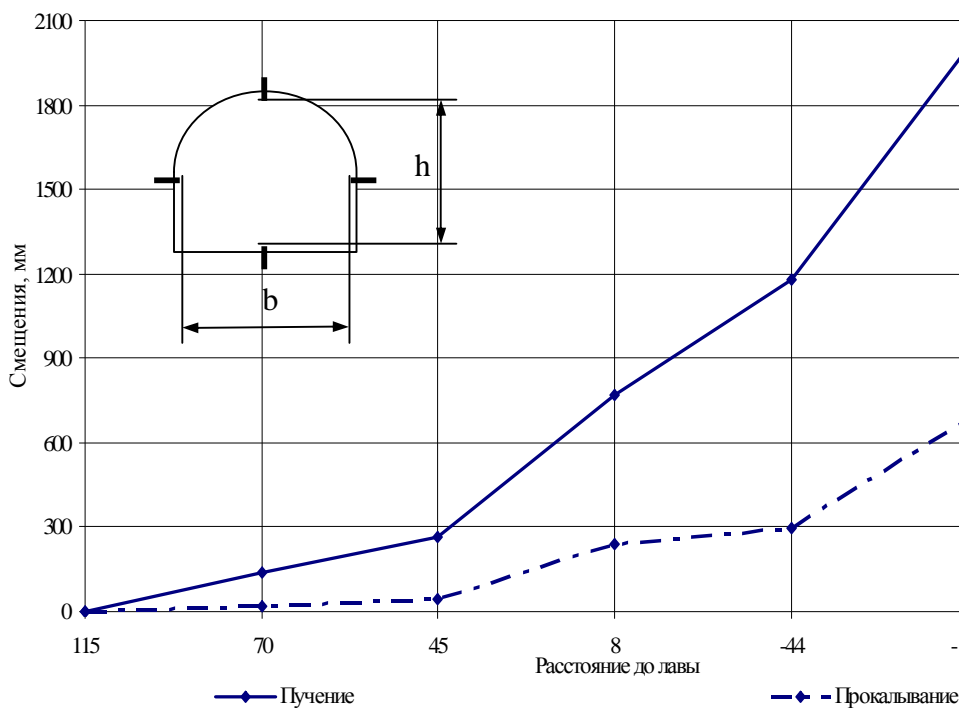


Рис. 2 – График зависимости величины пучения пород и внедрения ножек крепи в почву от расстояния до лавы.

Полученные результаты показывают, что доля прокалывания в общих смещениях пород почвы выработки весьма существенна. Поэтому, при разработке способов сохранения эксплуатационного сечения выработки необходим учет данного процесса и разработка мероприятий по предотвращению (или уменьшению) прокалывания пород почвы выработки ножками арочной крепи.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Черняк И.Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок. М.: Недра, 1978. – 237с.
2. Литвинский Г.Г. Механизм пучения пород почвы подготовительных выработок // Уголь – 1987. - № 2. – с. 15-17.
3. Колоколов О.В., Шмиголь А.В., Халимендик Ю.М О вертикальной конвергенции пород в выработках в условиях слабой почвы. // Уголь Украины. – 1986. – № 11. – с. 14-15.
4. Бондаренко Ю.В., Соловьев Г.И., Захаров В.С. Изменения деформаций контура кровли выемочной выработки при использовании каркасной крепи усиления // Известия Донецкого горного института. 1999. №1. С.66-70.

УДК 622.83:622.273:

РЯЗАНЦЕВ Н.А., РЯЗАНЦЕВА Н.А. (КИИ ДонНТУ)

ЭВОЛЮЦИЯ НЕЖИВОЙ МАТЕРИИ И САМООРГАНИЗАЦИЯ ГОРНОГО МАССИВА

Наведено погляди Г.Спенсера і сучасних науковців на еволюцію неживої матерії для пояснення блочної будови літосфери і гірського масиву. Показано ієрархію структурних блоків в залежності від енергії взаємодії.

XIX век подарил миру четырех великих эволюционистов: Ж.Б. Ламарка, Ж. Кювье, Ч. Дарвина и Г. Спенсера. Трое первых, занимавшиеся биологической эволюцией, хорошо известны, Г. Спенсер же, как эволюционист, забыт.

Тем не менее, именно Г. Спенсер еще в 1860 г. под эволюцией понимал усложнение материи вообще [1]. Многие его идеи, по сути, сегодня переоткрываются вновь [2-6]. Особенно велико значение идей Г. Спенсера для понимания иерархичности строения литосферы Земли вообще, и горного массива в частности.

В настоящей работе делается попытка объяснить строение горного массива с позиций теории эволюции неживой материи.

На современном философском языке суть концепции Г. Спенсера заключается в следующем:

1. Исходные, самые простые элементы (частицы), взаимодействуя между собой, образуют более сложные системы (агрегаты), которые, в свою очередь, также взаимодействуют, образуя еще более сложные системы, и т.д. Это явление Г. Спенсер назвал интеграцией. Прямым следствием интеграции является возникновение иерархических уровней в организации материи: элементарные частицы, атомы (системы из элементарных частиц), молекулы (системы из атомов), минералы, макромолекулы (системы из молекул), горные породы (системы из минералов), которые имеют свою иерархию и т.д.

2. Если взаимодействие элементов является сложным, то возникающие из них системы следующего уровня будут отличаться друг от друга, т.е. будут более разнообразными, чем системы предыдущего уровня. Это явление Г. Спенсер назвал дифференциацией. Дифференциация ведет к возникновению иерархии также «по горизонтали». Интеграция совместно с дифференциацией приводят к все большему усложнению строения вещества, т.е. к его эволюции.

3. Интеграция, или образование систем следующего уровня, возможна лишь при одновременной диссипации энергии, т.е. усложнение строения вещества оплачивается рассеиванием энергии.

4. В ходе эволюции происходит уменьшение энтропии вещества, т.е. растет упорядоченность структуры.

Попытки развить идеи Г. Спенсера, часто не подозревая об этом, предпринимались целым рядом ученых-естествоиспытателей и философов [2-8]. Наиболее плодотворными в этом отношении следует считать труды А.С. Денисова [7-8].

По современным представлениям эволюция материи началась с дифференциации Первоматерии на два класса элементарных частиц: кварки и лептоны (вопрос о происхождении Первоматерии в данной работе из-за ограниченности объема не рассматривается). Кварки и лептоны (электроны) относятся к нулевому уровню организации материи, хотя, исходя из законов симметрии, наверняка существуют еще более глубокие не изученные уровни. В результате взаимодействия кварков (сильное взаимодействие) образуются системы из кварков – нуклоны (протоны). Их будем относить к первому уровню развития материи. Затем начинается взаимо-

действие нуклонов и лептонов (электронов). Переносчиками взаимодействия являются фотоны (производная нейтрино и антинейтрино) [5]. Образующиеся в результате электромагнитного взаимодействия устойчивые системы электрон-протон носят название атомов (прежде всего атом водорода). Нейтрон также рассматривается как результат взаимодействия протона и электрона, однако это неустойчивая система. Это второй уровень организации материи. Образование более сложных атомов элементов таблицы Д.И. Менделеева представляет собой третий уровень организации материи. Этот уровень в своем развитии проходит через звездную стадию и начинается с образования водородных облаков. На этом уровне главным является гравитационное взаимодействие. Его итогом является интеграция вещества в очень большие системы, звезды и галактики. В процессе их эволюции в результате термоядерного синтеза возникают ядра высших элементов. После взрыва Сверхновой во вновь образованных межзвездных пылегазовых облаках (облаках второго, третьего и т.д. поколений) главным вновь становится электромагнитное взаимодействие между ядрами высших элементов и электронами. На этом этапе завершается становление организационного уровня атомов.

Гравитационная интеграция пылегазовых облаков приводит к образованию звезд второго и последующих поколений и их планетных систем. На этом уровне начинается становление четвертого уровня организации материи – образование систем из атомов (молекул). В их формировании главную роль играют внешние электроны атомов. Образуются, как правило, простые молекулы и соединения: FeH_2 , FeC , K_2O , Al_2O_3 , H_2 , N_2 , O_2 и т. д. Из этих веществ формируются протопланеты. При небольшой массе космических объектов отдельные частицы протопланетного вещества, в условиях низких давлений и температур сохраняют инертность. Однако, при достижении критической массы, или при воздействии внешних факторов (столкновение с себе подобными, приливное воздействие, воздействие солнечного излучения), между простыми молекулами протопланетного вещества начинаются химические реакции, результатом которых являются более сложные виды – макромолекулярные структуры и минералы. Это структуры пятого организационного уровня. При этом часть простейших молекул типа FeH_2 , NiH_2 , CoH_2 выступают в роли горючего, молекулы типа K_2O , Na_2O – окислителей, FeC , TiC , TiN – инициаторов, Al_2O_3 , SiO_2 – дефлегматоров. Все компоненты – твердые соединения (космическая пыль). Соотношение металлов и металлоидов соответствует закону химических эквивалентов 1,9:1 (содержание металлов по массе 76,9%, а металлоидов – 23,2%). Средняя плотность протопланетного вещества $2,9 \text{ т/м}^3$. Продуктами реакций являются газы CH_4 , NH_3 , CO_2 , H_2O , H_2 , N_2 , NO , а также различные растворимые и нерастворимые минеральные соединения. Более плотные минералы опускаются к центру Земли, более легкие всплывают из реакционной зоны к поверхности. Плотност-

ная дифференциация продуктов химических реакций в гравитационном поле Земли и тепловой эффект химических реакций, являясь основными источниками тепла в недрах Земли, приводят к разогреву земных (планетных) недр, расширению зоны химических реакций, циркуляции вещества, структурно-фазовым переходам, магматизму, тектоническим движениям и т.д. Результатом восходящих потоков вещества из недр, остывания и кристаллизации магматических расплавов является формирование атмосферы, гидросферы и агрегатов минералов – магматических пород, образующих первичную земную кору. Это шестой уровень организации вещества.

Соотношение давления и температуры на поверхности Земли, обеспечившее пребывание воды в жидкой фазе, привело к возникновению двух антиподов – суши и моря, возникновению большого разнообразия экзогенных процессов, осадочных, метаморфических пород (структур седьмого порядка), а по большому счету – к геологической форме движения материи. Чередование слоев магматических, осадочных и метаморфических пород привело к возникновению вторичной земной коры, основными структурными элементами которой стали породные слои и геологические тела другой формы (структуры седьмого порядка). В результате тектонических процессов формировались породные толщи, формации, комплексы и литосфера в целом – структуры соответственно восьмого и девятого уровней организации материи.

Параллельно с формированием земной коры, в результате химических взаимодействий, наличия различных границ раздела фаз, перепадов температур, вулканизма, ультрафиолетового излучения звезды формировались и особого вида макромолекулы – гетерополимеры, обладающие сложной трехмерной структурой и способностью к катализу. Возникали и другие надмолекулярные системы – лапидные мембраны. Из гетерополимеров и лапидных мембран образовались особые гетерополимеры, способные к самокопированию и накоплению информации (нуклеиновые кислоты). Появление самоорганизующихся структур, несущих информацию, привело к возникновению естественного отбора по принципу кинетического совершенства: больше потомков оставляет та матрица, которая быстрее самокопируется. Итогом стало образование простейших безъядерных клеток – прокариотов. Дальше эволюция природы пошла двумя путями: усложнение состава и структуры минеральных и петрографических образований с упрощением симметрии (сингонии) и образование самоорганизующихся структур в земной коре – неживой природе; и образование клеток с ядрами (эукариотов), а затем растительных (автотрофных) и животных (гетеротрофных) типов клеток, т.е. живой органики.

Дальнейший этап усложнения организации живой материи шел по пути образования систем из клеток – многоклеточных организмов, возникновению и развитию растений и животных, формированию биосферы

и ноосферы. Следующий уровень, очевидно, система ноосфер – взаимодействие планетных цивилизаций.

Информации о дальнейшей эволюции неживой природы гораздо меньше, однако, похоже, что принцип заложен один и тот же. С одной стороны, в процессе развития неживой природы и укрупнения размера структур увеличивается их потенциальная энергия, характерное время изменений в системе, а с другой стороны, уменьшается их энергия взаимодействия. При переходе к живым системам энергия взаимодействия становится совсем незначимой, а характерное время от уровня к уровню нарастает много медленнее. Если рассмотреть какой либо отдельно взятый уровень развития неживой материи, то обнаружится, что он представлен довольно большим многообразием представителей (например: в таблице Менделеева предполагается 137 элементов; минералов насчитывается около 2500; велико многообразие пород, космических объектов, элементарных частиц и др.). На каждом уровне организации неживой материи есть своя горизонтальная эволюция. Здесь тоже действует механизм естественного отбора, однако суть его другая: сохраняются лишь те системы, у которых энергия связи выше. Такой механизм естественного отбора можно назвать энергетическим. В живых же системах, где энергия связи незначима, главной является информация (наследственность или другие формы). Однако и в неживых системах энергия системы это не только энергия взаимодействия, а и кинетическая энергия движения частиц. Причем, как показывают исследования последних лет, природа сама ограничивает накопление энергии той или иной системой за счет диссипации энергии и обмена ею с другими системами. В каждом акте структурообразования или организации материи происходит уменьшение энтропии вещества, которое проявляется в увеличении взаимозависимости взаимодействующих элементов и уменьшении числа независимых степеней свободы. Это уменьшение энтропии вещества с избытком компенсируется увеличением энтропии выделяющейся энергии за счет энергии движения частиц и повышения температуры системы. Пока Вселенная расширяется, процесс организации необратим. Природные системы являются открытыми, что позволяет им получать доступ к колоссальным энергиям среды не за счет накопления или принципиальной дезорганизации, а путем взаимодействия между системами и средой. Для открытых систем характерна возможность обмена с внешней средой энергией, веществом и информацией.

Основные механизмы получения энергии базируются на синхронизации систем с ритмами среды и обеспечивают на резонансных эффектах получение из среды больших энергий. Синхронизация систем является одним из основных механизмов их самоорганизации. При отсутствии взаимодействия между системами они могут иметь различные частоты колебаний или вращаться с различными угловыми скоростями. Наличие

даже слабого взаимодействия приводит к тому, что они начинают развиваться с одинаковыми, кратными или соизмеримыми частотами (маятниковый эффект) [9]. Абсолютные значения доминирующих размеров природных структур при этом не зависят от фазового состояния среды и одинаковы для атмосферы, гидросферы и литосферы. Горный массив, как часть литосферы, также относится к классу открытых неравновесных диссипативных систем (ДС). Об этом свидетельствуют волновые процессы деформирования, разрушения и сдвигения горных пород, скачкообразные структурно-фазовые переходы и переходы к апериодическому движению при внезапных выбросах, горных ударах и других аномальных геодинамических явлениях.

Синергетический подход к проблемам горной геомеханики позволил выявить ряд общих закономерностей в строении и состоянии горно-геологических структур породного массива, закономерности формирования свойств выработанного пространства и их влияние на разработку месторождений полезных ископаемых. В результате воздействия нестационарного поля тяготения Земли, неотектоники и ротационных сил вращения Земли возникают синергетические механизмы цепей упорядоченной и неупорядоченной фаз, приводящие к зональности, локализации и структуризации массива, т.е. его самоорганизации. Совокупность элементарных ячеек массива, в пределах которых локализуются взаимодействия одного энергетического типа, называются кластером. В горном массиве можно выделить иерархию вложенных, по крайней мере, десять уровней кластеров, размеры которых определены видами энергии взаимодействия. А.С. Денисовым [7,8], например, установлено, что в диапазоне от электронов до литосферных плит размер структурных элементов горного массива описывается единой формулой:

$$r_k = \alpha^{-k} b r_e ;$$

где r_e – радиус электрона, м ;

α – постоянная тонкой структуры (постоянная строения);

k – номер уровня организации материи (электронный принят за нулевой);

b – постоянная состояния, $b = 1, 2, 3 \dots (\alpha^{-1} - 1)$.

Энергия взаимодействия этих структурных элементов может быть выражена в виде:

$$E_k = \alpha^{-k} b m_e c^2 ;$$

где m_e – масса электрона, кг;

c – скорость света, м/с.

Установленные закономерности - позволяют по новому взглянуть не только на строение горного массива, но и на физику строения вещества в

целом. Это позволяет рассчитывать энергию связи, прочность горных пород, длину волны фотонов, излучаемых структурными элементами горного массива и создавать научно обоснованные методы прогноза и предотвращения аномальных геодинамических явлений.

Возможные энергетические состояния структурных элементов литосферы

№ п/п	Уровень организации материи	Потенциальная энергия связи, Дж	Характеристика структурных эле- ментов
Состояние атомов в породе			
1	0	$8,19 \times 10^{-14} \dots 1,12 \times 10^{-11}$	Ближайшая к ядру электронная оболоч- ка
2.	1	$1,12 \times 10^{-11} \dots 1,54 \times 10^{-9}$	Внутренние элек- тронные оболочки
3	3	$1,54 \times 10^{-9} \dots 2,88 \times 10^{-5}$	Атомные и химиче- ские связи
Состояние минеральных частиц			
4	5	$2,88 \times 10^{-5} \dots 5,41 \times 10^{-1}$	Кристаллиты и мо- нокристаллы
5	7	$5,41 \times 10^{-1} \dots 10^4$	
6	9	$10^4 \dots 1,91 \times 10^8$	
Состояние блоков и плит			
7	11	$1,91 \times 10^8 \dots 3,58 \times 10^{12}$	Микро- и макробло- ки
8	13	$3,58 \times 10^{12} \dots 6,72 \times 10^{16}$	
9	15	$6,72 \times 10^{16} \dots 1,26 \times 10^{21}$	
10	17	$1,26 \times 10^{21} \dots 2,37 \times 10^{25}$	Мегаблоки и плиты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спенсер Г. Опыты научные, политические и философские.- Киев: Совр. литератор. 1998. 354с.
2. Богданов А.А. Тектология. Всеобщая организация науки. – М.: Экономика, 1989.-Т.1-2.
3. Кондрашин И.И. Диалектика материи. Системный подход к основам философии.- The Pentland Press Ltd., 1996.-278с.

4. Евдокимов Е.В. Эволюция по спенсеру: Развитие иерархии и организации материи путем поэтапной интеграции и последующей дифференциации.- Томск: ТГУ, 2006.-187с.
5. Бочаров М.В. Единая теория структуры материи. – SciTecLibrary. ru, 12 мая 2004.-312с.
6. Губбеева З.О., Каширин А.Ю., Шлапанова Н.А. Концепция современного естествознания. Структурные уровни неживой материи.- Тула: ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2006.-176с.
7. Денисов А.С. Квантово-физические основы теории строения и геодинамического состояния компонентов литосферы Земли.- Кемерово: КузГТУ, 1998.-164с.
8. Денисов А.С. Естественная механика материи.- Кемерово: ЦНТИ, 2002.-174с.
9. Кузьмин В.И., Галуша Н.А. Взгляд на закономерности смены научных парадигм. – <http://uld.narod.ru/idea/kuzmin/part3.html>, 22.07.2005.
УДК 553.27.622.031.

ВАЩЕНКО В.И., НОСАЧ А.К., ЖИМЧИЧА И.М., РЯЗАНЦЕ-
ВА Н.А.
(КИИ ДонНТУ).

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛКОАМПЛИТУДНЫХ ТЕКТО- НИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ. (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА).

Описан характер возникновения мелкоамплитудной нарушенности в зависимости от сочетания литотипов пород непосредственной кровли.

Одной из причин образования мелкоамплитудных разрывных нарушений является послойное скольжение при изгибе, возникающее в углесодержащей толще в процессе складкообразования. В связи с этим состав пород, вмещающих угольные пласты, имеет существенное значение для локализации разрывов. Первостепенное значение приобретают породы непосредственной кровли. В Красноармейском районе они представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками, известняками, а также сочетанием этих пород. Сочленение разнопрочных пород на небольших участках и их перемещение относительно угольных пластов в процессе послойных подвижек вызывают механические деформации в углях. Рассмотрим более подробно встречающиеся в кровлях пластов

сочетания разнопрочных пород в их связи с внутрислойными нарушениями.

1. Известняк-аргиллит. Эти две разности развиты совместно на обширных площадях пластов k_8 , m_4 . В кровле этих пластов под известняками встречается обилие линз аргиллита небольших размеров. Горными работами шахт "Кураховская", "Белозерская", "Красноармейская", "Новодонецкая" встречены самые разнообразные однопластовые мелкотектонические формы (рис.1), сконцентрированные в приконтактных зонах. Среди них можно выделить следующие группы.

Раздувы пластов - явление увеличения мощности на 10-25%. Встречаются исключительно под аргиллитами. Различаются бугрообразные раздувы - увеличение мощности происходит на протяжении 3-5м и уплощенные раздувы - увеличение мощности происходит на протяжении 10-20 метров. Наиболее широко развиты уплощенные раздувы. В процессе перетока материала из-под известняка под аргиллит в движение вовлекаются и многочисленные известковые конкреции, которые перемещаются в зону раздува на различные расстояния. В бугрообразных раздувах они перемещаются на расстоянии 2-3м, а уплощенных - на 5-15м.

Пережимы пластов - развиты в меньшей степени чем раздувы. Так же встречаются в приконтактных зонах под аргиллитами и известняками. Уменьшение мощности пластов составляет 25-50%, ширина зон пережимов незначительная и обычно не превышает 3 метров. В некоторых случаях пережимы сопровождаются образованием трещин в верхних частях пластов. Эти трещины прослеживаются в незначительной мощности перекрывающих пород (обычно 5-20 см) и угасают в угольном пласте не доходя до его почвы.

Флексурные изгибы. Встречаются на некотором удалении от контакта известняка с углем: от 10 до 50м, в зависимости от размеров линз аргиллитов. Амплитуды флексур изменяются от 0,5 до 2,0м.. Ширина зоны изгиба пласта составляет 5-20м. В этой зоне пласты угля растягиваются и уменьшаются в мощности. Флексурные изгибы распространены незначительно.

Внедрения пород в угольные пласты и разрывные нарушения так же часто встречаются в приконтактной зоне разнопрочных пород.

Из пяти встречающихся в приконтактных зонах мелкотектонических форм наибольшее распространение имеют раздувы пластов (около 80%). Остальные группы распространены менее широко.

Наряду с описанными нарушениями горными работами шахт встречены более протяженные и выдержанные пликативные нарушения. Эти нарушения также связаны с зонами аргиллит- известняк. В северной части района (рис.3.б) я кровле пласта m_4 залегает известняк мощностью от 2 до 8,0м в виде полосы имеющей ширину 5,3 км у входов и 7,8км на отметке минус 650м. По обе стороны известняка непосредственная кровля пласта представлена аргиллитом. При этом известняк "отщепляется" от угольного пласта и уходит вверх на расстояние до 11 м. С северной и южной сторон

от известняка в угольном пласте встречены протяженные флексурные изгибы. С южной стороны пласт деформирован в виде двух параллельных флексур, имеющих амплитуду от 3 до 9 м и протяженность более 3,3 км. Первая флексура удалена от линии "отщепления" известняка на расстоянии 250 м, вторая - на расстоянии 500 м. Оба флексурных изгиба ориентированы параллельно линии "отщепления" известняка.

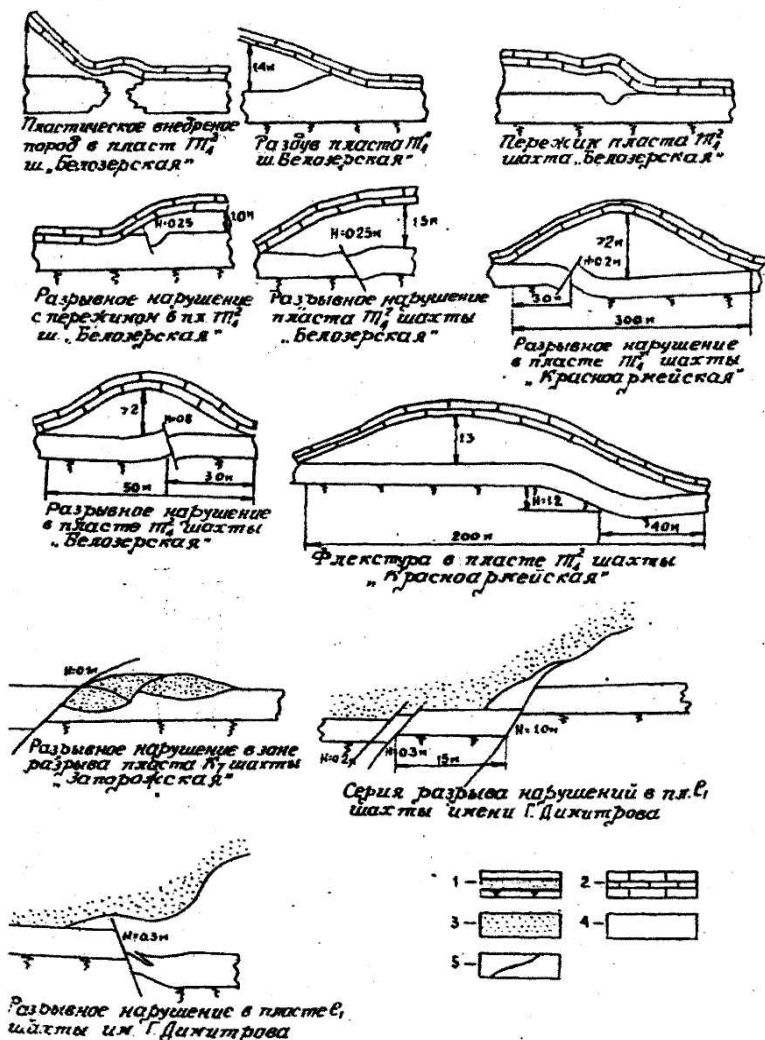


Рис.1. Внутрислойные тектонические нарушения угольных пластов в зонах сочленения разнородных пород непосредственной кровли.

I — угольный пласт; 2 — известняк; 3 — песчаник; 4 — аргиллит; 5 — разрывные нарушения.

С северной стороны пласт деформирован в виде одной флексурной складки с амплитудой до 4 м, которая по мере погружения пласта развивается в микроантиклиналь. Протяженность флексуры более 2000м. Как и в первом случае флексура удалена от линии отщепления известняка на расстояние 250-530м и протягивается параллельно этой линии. Описанные флексуры осложнены внутренними разрывами, ориентированными под острым углом к первым. Этот угол составляет 35-45°.

Аналогичные флексурные изгибы встречены горными работами

пласта к₈ шахты № 42. В южной части шахтного поля (рис3а) непосредственная кровля пласта представлена известняком L₁ мощностью 2-4.5 м. В северной части поля под известняком залегают линзы аргиллита размерами от 50 до 300м. Далее, к северной границе шахты, количество линз аргиллита резко увеличивается. При этом увеличиваются и их размеры. Они приобретают сложную конфигурацию и большую вытянутость.

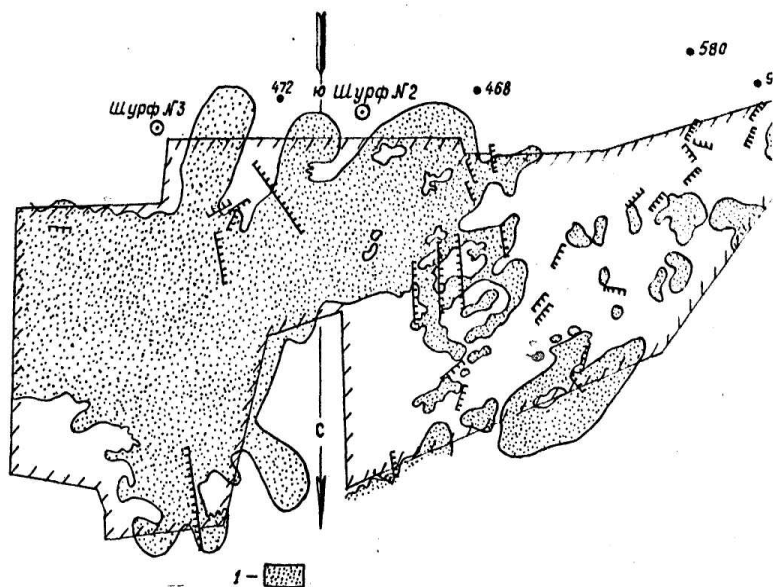


Рис.2. Карта распространения разнопрочных пород в кровле пласта 1₁
(шх.Коротченко)

I - песок

В этой же зоне отмечены два флексурных изгиба с амплитудами 3-5м, протяженностью более 2000м. Эти флексуры расположены на расстоянии 100-250 м друг от друга. Они простираются субпараллельно зоне появления линз аргиллитов в кровле пласта и отклоняются в юго-западном направлении у входов. В этой же зоне развиваются внутрислойные разрывные нарушения, располагаясь под

линзами аргиллитов в приконтактной с известняком зоне, и имеют преимущественное простирание: север-юг. Эти разрывы расположены под углом 35-45° к простиранию флексур.

2. Песчаник-аргиллит. Данное сочетание разнопрочных пород широко развито в непосредственной кровле пластов 1₇ (шх. имени Коротченко, имени Г.Димитрова), т₄ (шх. Алмазная, "Белозерская", "Красноармейская", "Пионер"). Сюда же следует отнести также многочисленные размывы угольных пластов с заполнением полости размыва песчаниками.

Прочные песчаники мощностью до 15м развиты в непосредственной кровле пласта 1₁(шх. имени Коротченко). По площади песчаник занимает большую половину шахтного поля, образуя полосу сложной конфигурации. Внутрислойные разрывные нарушения на этой шахте развиты в пределах при-контактной с аргиллитами зоне (рис.2), как бы окаймляя песчаник. Аналогичным образом внутрислойные разрывы концентрируются и в западной части шахтного поля.

Внутрислойные разрывные нарушения широко развиты непосредственно в зонах размывов пластов с замещением их песчаником. Подобные дизъюнктивы отмечались авторами при документации размывов на шахтах имени А.Г.Стаханова, Белицкая, Добропольская, "Белозерская", "Красноармейская". По простиранию эти нарушения располагаются параллельно зоне размывов. В поперечном разрезе они могут развиваться непосредственно у размыва, при этом нарушается как сам угольный пласт, так и породы его замещающие.

3. Песчаник-известняк-аргиллит. Подобные сочетания пород в непосредственной кровле встречаются довольно редко. В Красноармейском районе эти породы залегают в северной части района в пласте т₄²(поля шахт "Красноармейская", "Белозерская"). На фоне повсеместно залегающего аргиллита в кровле развиваются "пятна" известняка и в меньшей мере песчаника. Мощность известняка довольно незначительна (от 0,6 до 1,7м.). Песчаник имеет гораздо большую мощность, которая в среднем составляет 13 м. Внутрислойные нарушения на этом пласте развиты очень широко, концентрируясь в основном в зонах сочленения известняков, песчаников и аргиллитов. Под площадями прочных известняков и песчаников внутрислойных нарушений практически не встречено. В настоящее время общепринятым является тот факт, что мелкоамплитудные тектонические нарушения могут образовываться под воздействием местных напряжений вследствие изгиба и проскальзывания слоев. Концентрация местных напряжений происходит из-за проявления межслоевого трения в процессе проскальзывания слоев. При этом наблюдается взаимное перемещение разнопрочных слоев непосредственной кровли относительно угольных пластов. В поперечном разрезе сочленения пород имеют клиновидную форму, поэтому при рассмотрении механизма деформации углей в зонах сочленения можно воспользоваться "клин-эффектом". О возможности развития в пласте разрушающих напряжений клиновидными стыками русловых песчаников в породах кровли и почвы высказывались Твердохлебов В.Ф. и Пономарев А.Н. [1]. Явление "клин-эффекта" и его значение для геотектоники подробно рассматривал А.Б. Лукьянов [2.]. Сущность этого явления он формулирует следующим образом: ... "Если две способные деформироваться среды с разной плотностью располага-

ются так, что граница между ними наклонна, то они испытывают закономерно распределенные деформации, приводящие к уменьшению угла наклона этой границы, стремящейся занять нормальное горизонтальное положение" [2, стр.195]. Подобный эффект может иметь место при наклонном положении границы раздела, при условии, если деформируемые геологические тела имеют форму, отличную от бесконечного горизонтального пласта. В связи с этим применить "клин-эффект" в интерпретации А.В. Лукьянова в нашем случае не представляется возможным и поэтому требуется несколько иной теоретический подход.

Породы, сочленяющиеся в кровле угольных пластов, обладают плотностными и вязкостными неоднородностями. Наиболее значительными для рассматриваемых известняков, песчаников, аргиллитов и угольных пластов являются вязкостные неоднородности. Об этом свидетельствуют самые разнообразные пластические формы, проявляющиеся в угольных пластах и вмещающих породах. Вязкостные неоднородности могут приводить к деформации в условиях напряженного состояния. Тектонические изменения будут претерпевать слои с наименьшей вязкостью, какими в угленосной толще являются угольные пласты. В рассматриваемом случае клин-эффект будет проявляться следующим образом. Предварительно введем необходимые нам понятия. Угольный пласт, расположенный под аргиллитом, будем называть нижним слоем, располагающийся над ним аргиллит - клином, а перекрывающий слой более вязких и прочных пород - верхним слоем. В процессе изгиба слоев клину сообщается определенное усилие P , направленное нормально к его торцевой плоскости и параллельно нижнему слою (рис.4). В силу клинообразной формы слоя внутри массива возникают вертикальные составляющие усилия P_1 .

При значительном сцеплении между верхним и нижним слоями усилие P преобразуется в реактивную составляющую P_2 . Поскольку верхний слой значительно более прочный чем нижний, то в нижнем слое возникает дополнительная реактивная сила, которая будучи сложена с P_1 , образует нормальную составляющую P_1' . Результирующая сил P_1 и P_2 - P_3' и будет представлять собой основное напряжение, приводящее к деформации нижнего слоя. Его наклон к плоскости нижнего слоя будет зависеть от горизонтального напряжения P и угла клина. При значительных величинах P тангенциальные напряжения по отношению к нижнему слою будут располагаться под крутыми углами. Значитель-

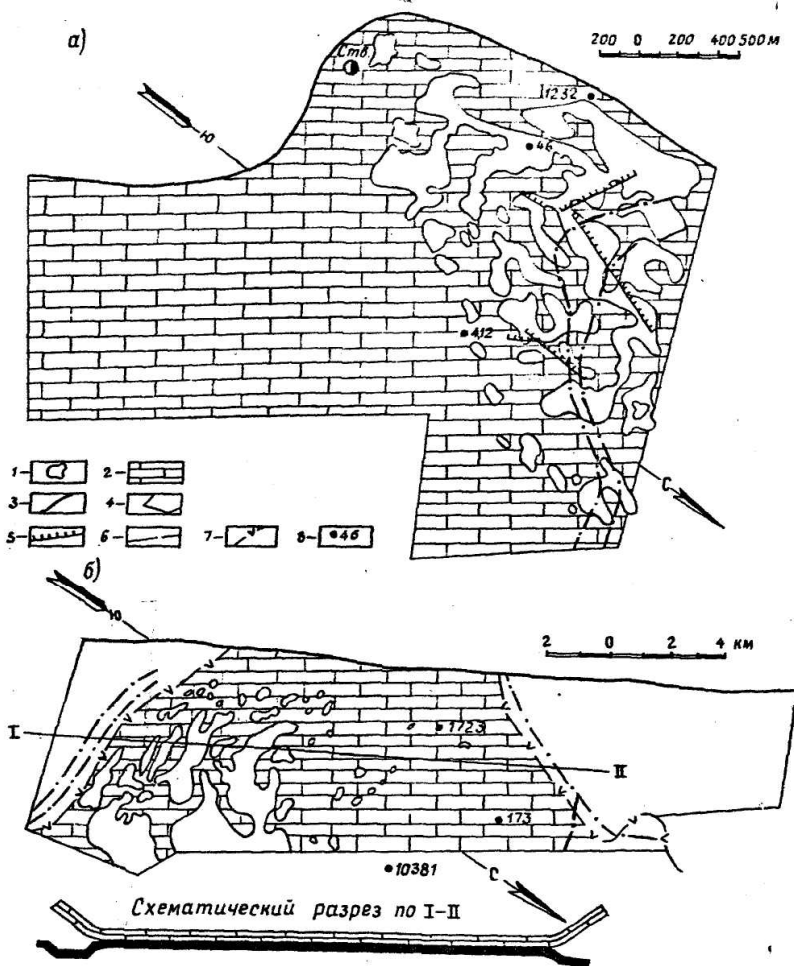


Рис. 3. Карты распространения разнопрочных пород в непосредственной кровле угольных пластов.

а - шахта Кураховская пласт K_8 ; б - шх. Велозерская, Красноармейская, Пионер- m_0 .
 Непосредственная кровля: 1 - аргиллит; 2 - известняк;
 3 - выход пласта; 4 - контур горных работ; 5 - внутрислойные разрывные нарушения; 6 - флексурные изгибы; 7 - линия "отщепления" известняка; 8 - разведочная скважина.

ные напряжения P могут иметь место в зонах развития многопластовых разрывных нарушений. В случаях, когда P имеет небольшие значения, то и P_3^I будут незначительными и приближаться к нормально действующим на нижний слой. При этом будут возникать различные пликативные формы. Этим и объясняется значительное развитие раздувов угольных пластов на площадях удаленных от крупных нарушений.

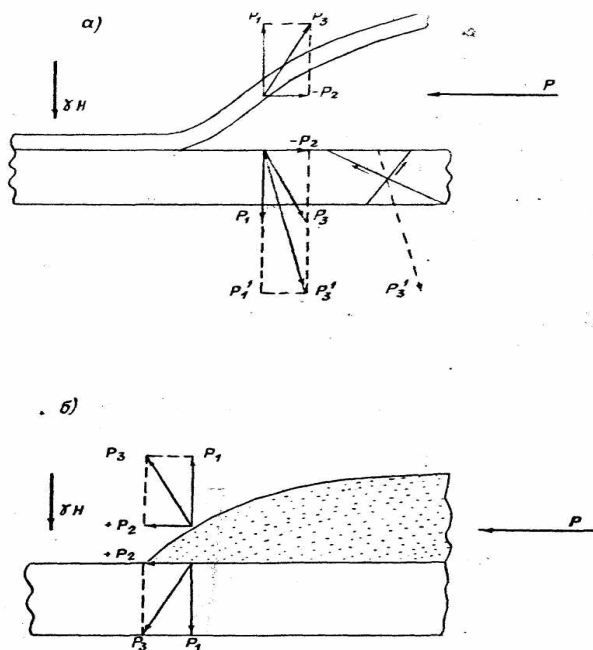


Рис. 4. Деформация нижнего слоя в клин-эффекте

а - клин - аргиллиты, верхний слой - песчаник, известняк
б - клин - песчаник, верхний слой - аргиллит

Литература : 1.Тведохлебов В.Ф., Пономарев А.Н. Опыт использования литологического контроля при прогнозировании тектонической нарушенности угольных пластов.- В кн.:Методы изучения тектоники угольных месторождений в процессе разведки и эксплуатации.- М.: Недра, 1981, с.36-45.

2. Лукьянов А.В. Пластические деформации и тектоническое течение горных пород.- В кн.: Тектоническая расслоенность литосферы. - М. : Наука, 1980, с. 105-106.

УДК. 622.831

ВАЩЕНКО В.И., КОДУНОВ Б.А., СИДОРЕНКО А.А., ШИРОКОВ Р.И.
(КИИ ДонНТУ).

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ.

При решении конкретных вопросов геомеханики необходимо составлять различные модели ситуаций. Первым этапом такого подхода является

ся построение инженерно-геологической модели массива пород, в котором проводятся горные работы.

Первичной основой для построения инженерно-геологических моделей служит обычная горно-графическая документация (планы горных работ, геологические разрезы, структурные колонки и т.п.), которые по сути, являются специализированными моделями реального массива пород.

Сущность инженерно-геологической модели горного массива сводится к следующему. Месторождение разбивается на ряд структурных блоков по показателям, соизмеримым с анализируемыми структурами. Каждый такой блок разделяется на более детализированные участки, которые в свою очередь, состоят из однородных площадей.

Такой принцип разработан и применяется на практике в основном для рудных месторождений (1) и не рассматривался по отношению к месторождениям каустобиолитов.

Донецкий угольный бассейн, как геосинклинальное образование, больше всего подходит для подобного рода исследований. В качестве примера выбран участок Красноармейский-Западный, где одноименной шахтой разрабатывается угольный пласт

d₄. Общая структурно- тектоническая схема участка приведена на рис.1.

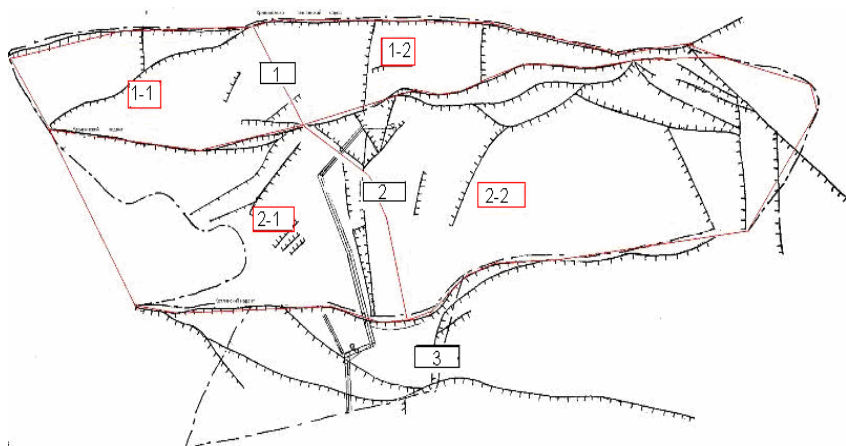


Рис. 1 Структурно-тектоническая схема поля шахты Красноармейская-Западная.

1,2,3 – структурные блоки первого уровня;

1-1, 1-2, 2-3, 2-4 - структурные блоки второго уровня.

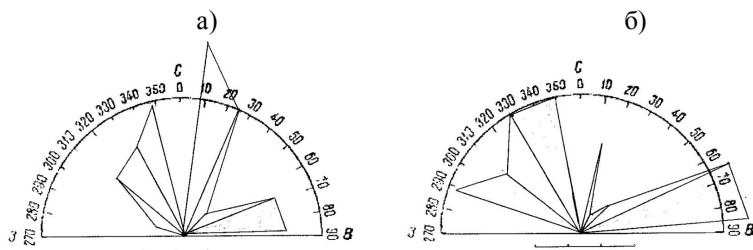
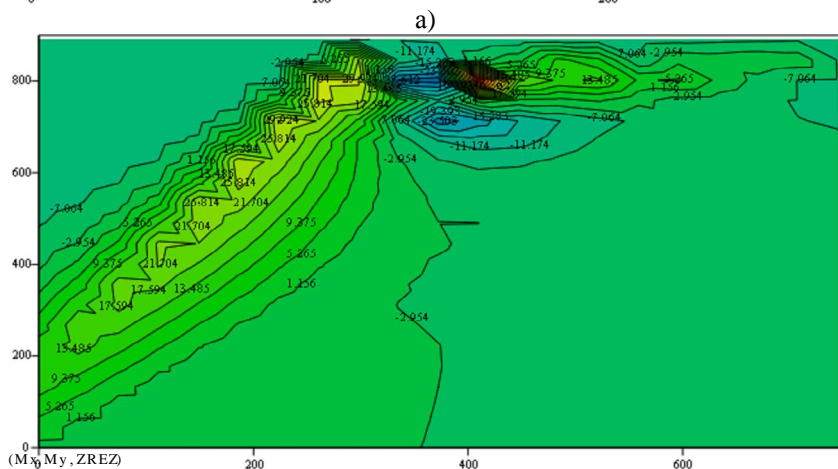
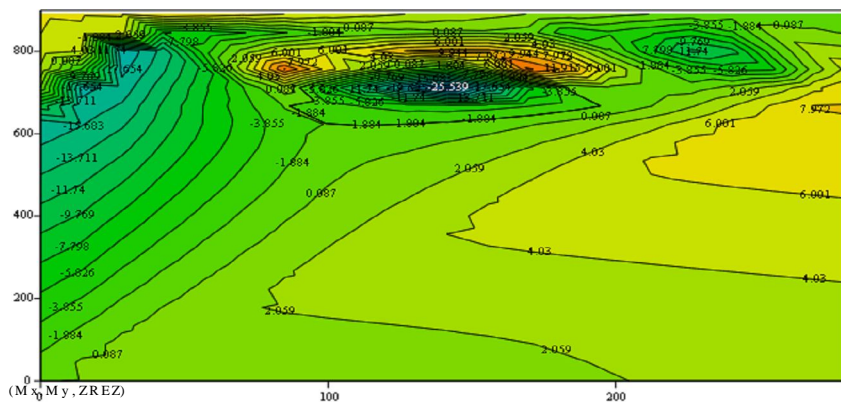


Рис.2 Диаграммы мелкоамплитудной тектонической нарушениянности
по пласту d₄. (В одном делении – 5 нарушений.)
а) – структурный блок № 1-1 второго уровня,
б) - структурный блок № 2-3 второго уровня.



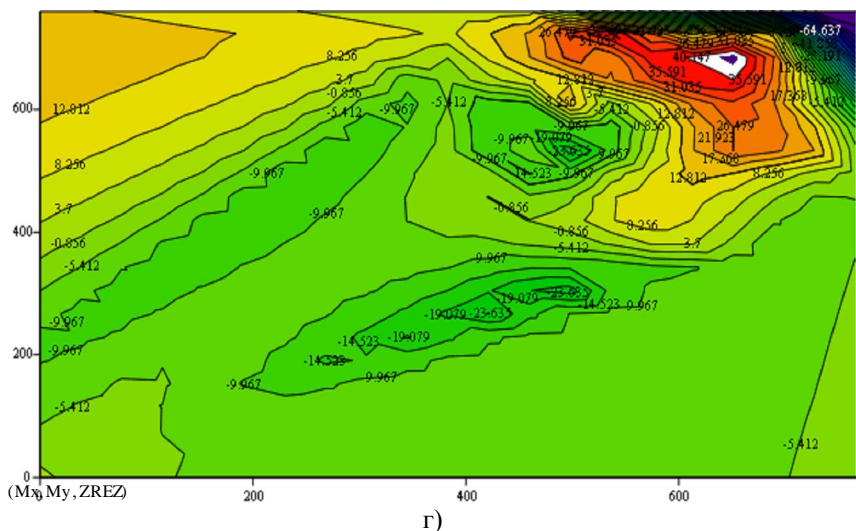
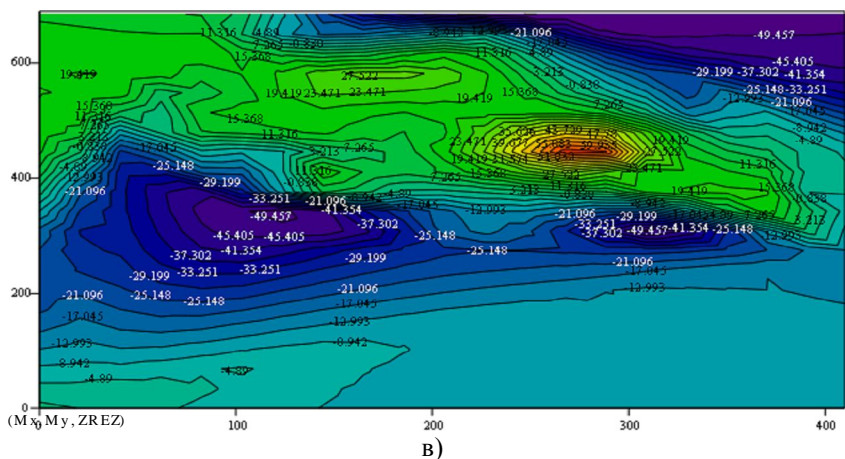


Рис.3 Карты локальных структур.
а – блок №1-1, б – блок №1-2, в – блок №2-3, г – блок №2-4.

В пределах участка выделено 3 структурных блока I^0 уровня. Первый структурный блок ограничен на западе Криворожско-Павловским сбросом, на востоке Удачнинским надвигом. Второй структурный блок расположен между Удачнинским и Котлинским надвигами. Третий структурный блок с запада оконтуривается Котлинским надвигом, а на востоке

ограничивается границами шахтного поля. Северная и южная границы блоков проведены по условной линии, ограничивающей шахтное поле.

Блоки II^{го} структурного уровня выделены по показателю искривления разведочных скважин. (Предлагается впервые). Известно, что стволы разведочных скважин на больших глубинах отклоняются относительно вертикали на различные амплитуды, а их горизонтальные проекции имеют довольно узкий диапазон азимутов отклонений на выдержанных моно-клиналях. При постоянной технологии и буровой технике в условиях однородности горного массива отклонение (в дальнейшем – искривление) происходит в сторону восстания пластов с азимутом равным азимуту линии падения пласта плюс 180°.

(Условно: α^+). На полях шахт им. Стаханова, Центральная, Добропольская, Новодонецкая, уч. Добропольский-Капитальный и п.д. разница между искривлениями соседних скважин

- $\Delta\alpha^+$ составляет 5°-10°. На поле шахты Красноармейская – Западная $\Delta\alpha^+$ изменяется от 0° до 360°. Это свидетельствует о сложной морфологии горного массива, вызванной постседиментационными изменениями. Показатель $\Delta\alpha^+$ может быть использован в качестве критерия при выделении структур II^{го} уровня. Границы блоков этого уровня проведены (методом скользящего окна) по линии постоянного значения $\Delta\alpha^+$. Таким образом выделено 4 блока II^{го} структурного уровня.

В каждом из выделенных блоков было проанализировано пространственное распространение мелкоамплитудной тектонической нарушенности. Наиболее показательным (по достоверности горно-графической документации) являются

блоки №1-1 и №2-2, (рис.2). Анализ 287 нарушений показывает, что максимумы приурочены к азимутам простираний равным 287°, 345°, 12°, 65° и 75°. Однако, явно доминирующих простираний в общей нарушенности не отмечено. Это свидетельствует о том, что разрывные нарушения формировались как под действием регионального поля напряжений (обусловленного формированием Криворожско-Павловского сброса), так и местными напряжениями – следствие литологической неоднородности боковых пород, в первую очередь пород кровли. Подобный вывод можно распространить и на участки шахтного поля не вскрытые горными выработками. Теоретически можно предположить, что общая трещиноватость горного массива в пределах выделенных блоков имеет сложную двухкомпонентную природу, а ее прогнозирование по замерам криважа в угле и породах кровли весьма проблематично.

С целью выяснения характера мелкой складчатости в пределах структурных блоков были построены карты локальных структур методом тренд-анализа (рис.3). Анализ этих карт позволяет сделать следующие выводы. В каждом структурном блоке четко выделяются зоны аномалий:

прогибов и поднятий относительно тренд-поверхности. Эти участки представляют собой зоны растяжений сочлененные с зонами сжатий. Частое сочетание этих зон обуславливает неоднородный характер напряженного состояния горного массива. На таких участках следует ожидать повышенную трещиноватость пород и все связанные с этим осложнения при ведении горных работ.

Выводы. 1. Морфологический облик пласта d_4 в пределах участка Красноармейский – Западный имеет сложную тектоно-физическую природу, обусловленную двумя факторами: региональными напряжениями вызванными формированием Криворожско-Павловского сброса и локальными напряжениями генерированными литологической неоднородностью вмещающих пород.

2. Наиболее достоверный прогноз горно-технических условий отработки угольного пласта может быть получен на базе анализа локальной складчатости выявленной методом тренд анализа.

Дальнейшие исследования геомеханического состояния горного массива должно быть направлено на : а) разделение всех тектонических нарушений на генетически связанные с локальной складчатостью и вызванные неоднородностью боковых пород; б) разработку методики разделения локальных складок тектонической природы и складок, происхождение которых связано с процессами сидементации; в) подготовка атласа мелкоамплитудной нарушенности пласта d_4 для использования его при проектировании и строительстве шахт аналогов (Терешковский угленосный комплекс).

Литература : 1.Букринский В.А. Геометрия недр. – М.: Недра, 1985, с. 356-362.

РЯЗАНЦЕВ Н.А., ВОРОНОВ М.И. (КИИ ДонНТУ)

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ЭНЕРГОЕМКОСТИ ИХ РАЗРУШЕНИЯ

Излагается суть экспресс-метода прогноза выбросоопасности горных пород по энергоемкости их разрушения, основанного на поинтервальном определении энергоемкости бурения скважины с автоматической регистрацией мощности, потребляемой на валу электродвигателя, с помощью самопишущего ваттметра, последующей обработкой информации и выдачей результатов прогноза в реальном масштабе времени.

Проблема прогноза выбросов породы и газа возникла около 60 лет назад. За прошедшее время было предложено много различных способов прогноза, некоторые из них стали нормативными [1], однако практический опыт применения этих способов и анализ их физических основ свидетельствует о том, что их работоспособность, надежность, достоверность и безотказность не отвечают современным требованиям. Наиболее перспективными следует считать методы, основанные на регистрации электромагнитного и акустического излучения горных пород, а также энергоемкости их разрушения.

Вследствие наличия в горном массиве геодеформационных волн, резонансных явлений, возникает локализация пластической деформации, вызывающая аномально низкие значения энергоемкости разрушения пород. Разница между накопленной в массиве энергией и энергоемкостью разрушения расходуется на электромагнитное, акустическое, сейсмическое излучение и отброс (выброс) разрушенного материала [2]. Заблаговременное обнаружения в слоях горных пород зон с аномально низкими значениями энергоемкости разрушения существенно повышает достоверность прогноза.

Нормативный метод прогноза выбросов породы и газа по эффективной поверхностной энергии разрушения, предложенный ДонФТИ НАНУ [1,2] и основанный на лабораторном определении эффективной поверхностной энергии разрушения, является довольно трудоемким, требует специального лабораторного оборудования, определенных затрат времени и из-за нетехнологичности широкого распространения не получил. Более технологичным является определение энергоемкости разрушения горных пород непосредственно в забое при бурении скважин (in

sity). Способ прогноза может быть применен на всех шахтах, ведущих работы по выбросоопасным песчаникам, выполняется в реальном масштабе времени, не требует разработки новой аппаратуры и не вносит изменений в технологию ведения очистных и проходческих работ.

Суть предлагаемого способа сводится к поинтервальному (длина интервала 1 м) определению энергоемкости бурения скважины по песчанику, оцениваемой по величине потребляемой мощности электродвигателя бурового станка N_1 с помощью самопишущего ваттметра типа НЗ50, подключенного к пускателю электродвигателя. Мощность на валу вращателя бурового станка N_2 оценивается по величине потребляемой мощности и характеристикам двигателя. Так для двигателей ВАО 42-4 и ВАО 51-4, применяемых в качестве электроприводов бурового станка НКР100м, зависимость между этими мощностями приведена в таблице 1. Различие между мощностями N_2 и N_1 определяется коэффициентом полезного действия, который не является постоянной величиной.

Таблица 1

Тип двига-	BAO42-4	N_1 , кВт	0,82	1,40	1,98	2,57	3,16	3,76	4,37	4,98
		N_2 , кВт	0,41	0,98	1,54	2,10	2,65	3,20	3,74	4,28
	BAO51-4	N_1 , кВт	1,06	1,84	2,62	3,42	4,22	5,02	5,84	6,66
		N_2 , кВт	0,59	1,36	2,12	2,87	3,63	4,38	5,12	5,86

При бурении скважины, когда диаметр коронки величина постоянная, энергоемкость бурения 1 п.м. скважины оценивается по формуле:

$$E = N_2/V = N_2 t ;$$

где V – скорость бурения, м/с.

t – время бурения 1 п.м., с.

Мощность, расходуемая на разрушение породы N_p определяется путем вычитания мощности холостого хода N_{xx} . Если скорость вращения и усилие подачи бурового станка не меняется, то мощность холостого хода постоянна, а энергоемкость определяется потребляемой мощностью и временем бурения.

Для регистрации потребляемой мощности самопишущий ваттметр НЗ50 подключается к пускателю электродвигателя бурового станка по следующей схеме (рис.1). Ваттметр помещается во взрывоискробезопасный корпус реле утечки, что позволяет использовать его при температурах до 50⁰С и относительной влажности до 95%. Возможно действие плесневых грибов.

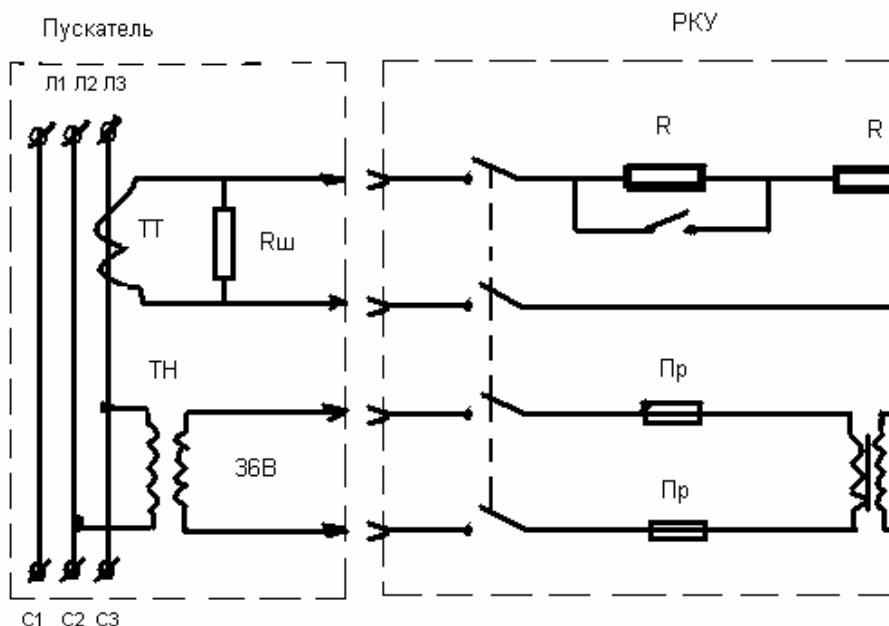


Рис.1 Схема подключения ваттметра НЗ50 к пускатель и РКУ электродвигателя бурового станка

Запись показаний производится чернилами на диаграммной бумаге в прямоугольных координатах. Ширина линии записи 0,7 мм. За нулевую линию принимается линия, нанесенная отметчиком времени. Количество чернил в чернильнице обеспечивает непрерывную запись показаний в течение 30 суток. Ширина диаграммной ленты 100 мм, длина – 15м. Скорость перемещения диаграммной ленты можно менять путем смены пары зубчатых колес: 20, 60, 180, 600 и 1800 мм/час. При максимальной скорости одного рулона бумаги хватает на смену, длина пробуренной скважины при этом составляет около 10 м. В связи с тем, что скорость протяжки ленты фиксирована, а изменение напряжения в сети не превышает 20%, площадь под кривой, вычерчиваемой самописцем на диаграммной бумаге при записи мощности, и есть потребляемая энергия, которая в пересчете на мощность на валу вращателя, согласно таблице 1, дает энергоемкость разрушения (рис.2)..

Во избежание ежесменной установки катушек с диаграммной бумагой непосредственно в забое, регистрацию информации можно осуществлять на поверхности с использованием шахтной телеметрической сети. При этом информация о величине потребляемой мощности

передается на поверхность по кабельной сети, где записывается на самописец или компьютер.

По данным, полученным при поинтервальном определении энергоемкости, строятся графики ее изменения по длине скважины (рис.3). Если существует граница резкого увеличения частоты колебания указанных параметров с 300-600Гц до 1500-2000 Гц (длина волны уменьшается 5-10 м до 2-2,5 м) и при этом амплитуда изменения энергоемкости изменяется в 5-10 раз, это является свидетельством входа в опасную зону. Уменьшение изменения амплитуды колебания энергоемкости разрушения пород (не более чем 2-3 раза) и частоты изменения указанного параметра до 300-600 Гц свидетельствует об отсутствии выбросоопасной зоны или выходе из нее.

Опыт применения предлагаемого способа на шахте им. А.Г. Стаханова при проведении вентквершлага №1 гор.1136 м показывает, что выбросоопасные зоны устанавливаются с точностью 1 м. Центральной комиссией по борьбе с выбросами рекомендовано провести опытно-промышленную проверку эспресс-метода в объеме прогнозирования 300м. При возобновлении проведения выработок по выбросоопасным песчаникам в требуемом объеме, целесообразно возобновление опытно-промышленной проверки.

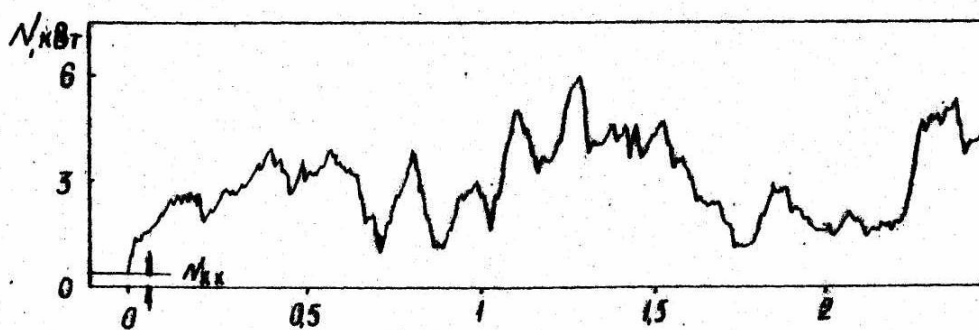


Рис.2 Фрагмент записи потребляемой мощности с помощью самописца

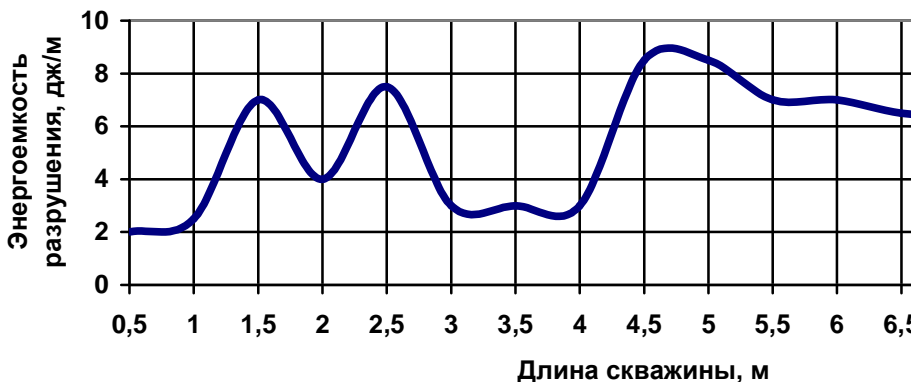


Рис.3 Изменения энергоемкости разрушения по длине скважины

УДК 5.31(075.8)

ГОРЯЧЕВА Т.В, ЛАППО И.Н., ХУЗИНА А.К. (КИИ ДонНТУ)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГИРОСКОПА В МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПРИБОРАХ

Рассмотрена возможность применения гироскопа в проектировании и изготовлении маркшейдерского оборудования.

Постоянно совершенствующиеся технологические методы ведения горных работ, растущие темпы добычи полезных ископаемых требуют использования прогрессивного высокоточного оборудования. В связи с этим особую важность приобретает применение методов и способов расчетов, повышающих эффективность и качество горных работ.

Одним из таких направлений является совершенствование ориентирования при проведении горных выработок, что значительно повышает точность, производительность и надежность работ. Этому может в значительной мере способствовать применение теории гироскопов при проектировании и изготовлении маркшейдерского оборудования.

Маркшейдерский гироскопас (гидртеодолит) – это угломерный инструмент, в котором конструктивно объединены гироскоп и теодолит. Гироскоп служит для указания направления меридиана, а с помощью теодолита фиксируется положение стороны теодолитного хода относительно этого направления, определяя её дирекционный угол, то есть осуществляется гироскопическое ориентирование.

В настоящее время в маркшейдерской службе применяются взрывобезопасные торсионные гироскопасы МВТ-2, МВТ-4.

Выполним пример расчета движения маятникового гироскопа, с целью установления задачи: может ли маятниковый гироскоп выполнять функции гироскопа маркшейдерских приборов.

Для этого составим уравнения гироскопа установленного на неподвижном основании относительно Земли (рис. 1).

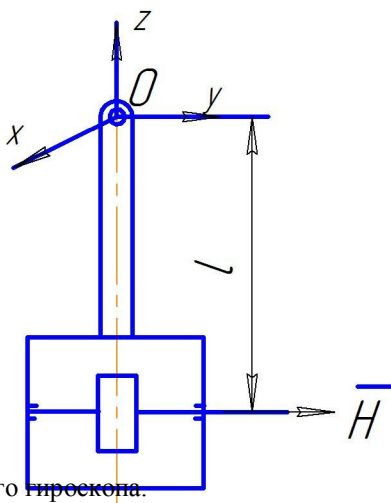


Рис. 1. Схема маятникового гироскопа.

Систему координат $Oxyz$ свяжем с гироскопом так, чтобы ось Oy была параллельна оси собственного вращения гироскопа или же параллельна вектору \vec{H} собственного кинетического момента. Ось Oz направим по линии, соединяющей центр подвеса O с центром тяжести гироскопа.

В качестве системы координат, относительно которой будем определять положение гироскопа, выберем географический трехгранник (рис. 2)

Ось $O\xi$ – направлена на восток ;

Ось $O\eta$ – направлена к северу, образуя горизонтальную плоскость с осью $O\xi$;

Ось $O\zeta$ – направлена по вертикали в зенит.

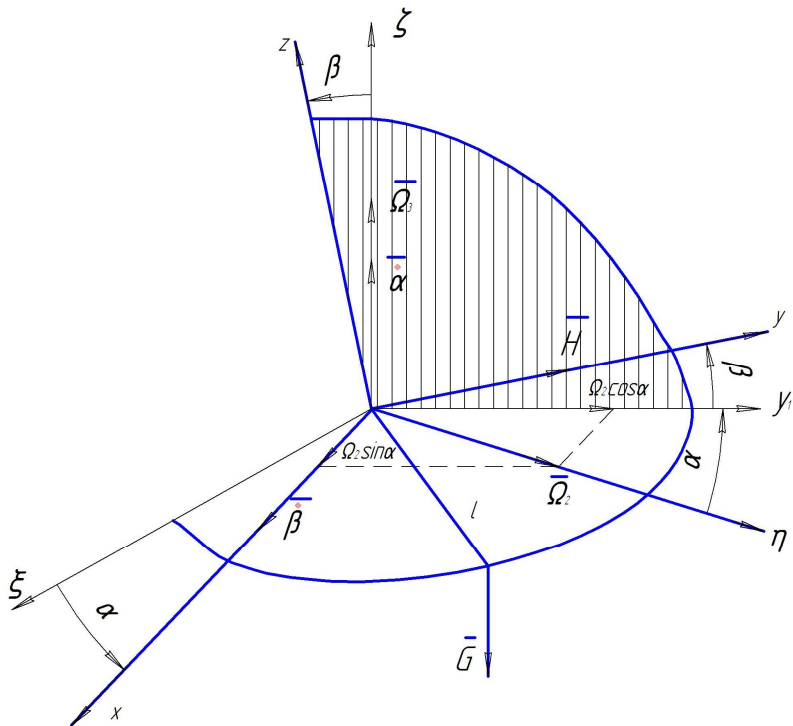


Рис.2. Определение положения гироскопа.

В качестве исходного принимаем положение гироскопа, при котором его собственные оси Ox, y, z совпадают с осями $O\zeta, \eta, \xi$ географического трехгранника. Переход от начального положения к произвольному можно получить, совершив три последовательных поворота:

- 1) вокруг вертикали $O\zeta$ на угол α , при этом оси, определяющие горизонтальную плоскость займут положение Ox, y_1 ;
- 2) вокруг нового положения оси Ox на угол β , при этом ось Oz отклонится от вертикали на угол β и ось гироскопа поднимется над горизонтом на угол β ;
- 3) поворот на угол γ вокруг оси гироскопа, а данном случае $\gamma = 0$, так как гирокамера установлена на неподвижном основании.

Описывая движение гироскопа воспользуемся теоремой Резаля.

$$\begin{cases} u_{Hx} = M_x \\ u_{Hy} = M_y, \\ u_{Hz} = M_z \end{cases}$$

где u_{Hx} , u_{Hy} , u_{Hz} - проекции скорости вектора \vec{H} на соответствующие оси x , y , z .

Полагая $M_y = 0$, как главный момент внешних сил относительно оси собственного вращения устанавливаем, что кинетический момент гироскопа \vec{H} не изменяется по величине.

При постоянной длине вектора \vec{H} его конец приобретает скорость только вследствие вращения вектора. Вектор \vec{H} неизменно связан с трёхгранником $Oxuz$ и вращается вместе с ним. Угловую скорость $\vec{\omega}$ этого вращения можно представить в виде:

$$\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\Omega},$$

где $\vec{\omega}_1$ - угловая скорость, с которой гирокамера вращается относительно Земли;

$\vec{\Omega}$ - угловая скорость вращения Земли.

Угловая скорость $\vec{\omega}_1$ равна сумме угловых скоростей вращения осей гироскопа:

$$\vec{\omega}_1 = \vec{\dot{\alpha}} + \vec{\dot{\beta}}$$

Поэтому можно записать:

$$\vec{\omega} = \vec{\dot{\alpha}} + \vec{\dot{\beta}} + \vec{\Omega}$$

Разложим вектор $\vec{\omega}$ на проекции в системе координат $Oxuz$:

$$\vec{\omega} = \omega_x \cdot \vec{i} + \omega_y \cdot \vec{j} + \omega_z \cdot \vec{k}$$

Угловая скорость ω_y не сообщает концу вектора \vec{H} какой-либо скорости. При вращении вектора \vec{H} вокруг оси Ox скорость его конца

направлена параллельно оси Oz , т.е. $u_{Hz} = \omega_x \cdot H$. Аналогично получаем $u_{Hx} = -\omega_z \cdot H$ и $u_{Hy} = 0$ (при $M_y = 0$).

Тогда согласно теореме Резаля имеем:

$$\begin{cases} \omega_x \cdot H = M_z \\ -\omega_z \cdot H = M_x \end{cases}$$

Проектируя полученную систему уравнений на оси Ox и Oz получаем:

$$\begin{cases} \omega_x = \dot{\beta} + \Omega_2 \sin \alpha \\ \omega_z = \dot{\alpha} \cos \beta + \Omega_3 \cos \beta - \Omega_2 \cos \alpha \sin \beta \end{cases}$$

где Ω_2 и Ω_3 – проекции угловой скорости Земли на оси $O\eta$ и $O\xi$.

Для малых отклонений оси гироскопа примем допущение:

$$\sin \alpha \approx \alpha, \sin \beta \approx \beta \text{ и } \cos \alpha = \cos \beta \approx 1$$

Кроме того выразим проекции угловой скорости Земли через их значения:

$$\Omega_2 = \Omega \cos \varphi \text{ и } \Omega_3 = \Omega \sin \varphi,$$

где φ – широта местности.

Для малых углов отклонения оси гироскопа будем иметь:

$$\begin{cases} \omega_x = \dot{\beta} + \alpha \Omega \cos \varphi \\ \omega_z = \dot{\alpha} - \beta \Omega \cos \varphi + \Omega \sin \varphi \end{cases}$$

Главные моменты внешних сил относительно осей Ox и Oz складываются из момента силы тяжести \vec{G} и других непредвиденных моментов (например, от сил трения), которые обозначим соответственно осям M'_x и M'_z . Подставляя значения моментов действующих сил в уравнение угловых скоростей получим:

$$\begin{cases} -(\dot{\alpha} - \beta \Omega \cos \varphi + \Omega \sin \varphi)H = -lG\beta + M'_x \\ (\dot{\beta} + \alpha \Omega \cos \varphi)H = M'_z \end{cases}$$

Полученная система уравнений в первом приближении (при малых углах α и β) показывает что движение гироскопа на неподвижном

основании описывается системой двух линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

В современных гироскопических приборах для компенсации действия непредвиденных моментов сил применяются гидравлические успокоители. С учетом этого, определим положение равновесия гироскопа относительно осей $O\xi\eta\zeta$, при условии, что никаких моментов, кроме силы тяжести G к нему не приложено. Тогда M'_x и M'_z будут равны нулю.

В этом случае $\dot{\alpha} = \dot{\beta} = 0$. Постоянные значения углов α и β обозначим соответственно α_1 и β_1 . Коэффициенты находим как:

$$\alpha_1 = 0, \quad \beta_1 = \frac{H\Omega \sin \varphi}{lG + H\Omega \cos \varphi}$$

В практических расчетах величина lG в несколько тысяч раз больше множителя $H\Omega$, поэтому угол β_1 не превышает несколько дуговых минут и слагаемым $H\Omega \cos \varphi$ можно пренебречь. Тогда:

$$\beta_1 = \frac{H\Omega \sin \varphi}{lG}$$

Таким образом, в положении равновесия ось маятникового гироскопа лежит в плоскости меридиана ($\alpha_1 = 0$) и приподнята на малый угол β_1 над плоскостью горизонта. Проекция оси гироскопа на горизонт совпадает с направлением меридиана в данной точке земной поверхности. Следовательно, маятниковый гироскоп обладает свойствами гироскопаса.

Список используемой литературы

1. Ишлинский А.Ю., Борзов В.И., Степаненко Н.П. Лекции по теории гироскопов. – М.: МГУ, 1983, 248с.
2. Булгаков Б.В. Прикладная теория гироскопов. – М.: МГУ, 1986г, 400с.
3. Теория и конструкция гироскопических приборов и систем/ Под ред. Г.Д. Блюмина. – М.: ВШ, 1971, 508с.

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ І ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ ВУГЛЕ-
ВИДОБУТКУ.
ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ.

С.Н. ЛЫСЕНКО, И.А. БУЛАВИНА, А.А. ИВАНЧЕНКО, А.А. ПАПАЙКА
(КИИ ДонНТУ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ КАК ИНСТРУМЕНТ ТРАНС- ФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ

У статті розглянуто актуальні питання трансферу технологій, проведено порівняльний технологічний аудит технологій анкерно-рамного кріплення гірничих виробок та запропоновано напрямки удосконалення методики технологічного аудиту стосовно умов вугільної галузі України.

Постановка проблемы. На современном этапе развития общества, которое характеризуется усилением конкуренции на мировых рынках, уровень экономического развития стран определяют научно-технический прогресс и интеллектуализация основных факторов производства. При таких условиях, по мнению многих исследователей [1,2,3], только инновационный характер экономического развития может обеспечить ускоренное создание новой современной модернизируемой базы и освоение производства конкурентоспособной продукции, а его динамизм, масштабность и стойкость превратиться в решающий фактор повышения конкурентоспособности экономики.

Как свидетельствует международный опыт, наиболее перспективным механизмом экономической стабилизации государства является технологический трансфер, который предусматривает передачу ноу-хау, новых технологий и технологического оборудования заинтересованным потребителям.

Последние исследования проблемы. Способность страны в условиях заострения глобальной конкуренции создавать и использовать новые технологии рассматривается в мире как главный фактор, который определяет перспективу развития этой страны в XXI веке. Результаты научных исследований становятся весомым ликвидным товаром. Взаимосвязь между научной разработкой и ее внедрением в производство осуществляется через трансфер технологий.

Сегодня отдельные аспекты трансфера технологий исследуются отечественными и зарубежными учеными. Значительный вклад в исследования инновационного развития общества внесли Н. Арзамасцев, Н.И. Чухрай, В.В. Титов, В. Зинов, П.М. Цибулев, Л. Миндели, А. Фурсенко, Н. Фонштейн. Среди зарубежных ученых следует отметить особенно Х. Бремера, Р. Де Вола, Г. Портера, Г. Фостера.

Однако, отсутствие надлежащего научного осмысления процесса трансфера технологий и механизма его реализации в современных условиях предопределяет необходимость осуществления теоретических исследований данной проблемы.

По мнению многих ученых, в Украине не происходит существенных позитивных сдвигов в организации трансфера технологий, процессы трансфера мало отражаются на экономических показателях и конкурентоспособности промышленности [1,2].

Цель работы. Представленные выше тенденции в мировой и отечественной экономике свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития и внедрения новых технологий в производство, а для этого необходимо использовать потенциал трансфера технологий в полной мере. Одним из основных этапов трансфера технологий, который проводится специалистами экономического профиля, является технологический аудит. Поэтому целью данной работы авторы ставили проведение сравнительного технологического аудита двух смежных технологий крепления горных выработок и выбор лучшей из анализируемых технологий.

Изложение основного материала. В прямом и узком смысле технологический аудит – это операция объективной оценки потенциала инновации как объекта трансфера технологий. Однако технологический аудит имеет и более широкое предназначение, которое заключается в выявлении всех инновационных технологий, имеющих у заказчика, и сравнительной оценке потенциала коммерциализуемости и потенциала трансфера этих технологий

В данной работе предлагаются результаты такого исследования для шахт Западного Донбасса, в котором проведен аудит двух различных технологий установки анкерно-рамных крепей. Информационной базой для проведения сравнительного технологического аудита стали результаты научно-практических исследований, описанные в [4,5,6].

Первая технология крепления охватывает группу выработок со следующими параметрами: крепь КМП –АЗ из СВП 27, плотность – две рамы на 1 м, площадь сечения 10-14 м² всвету без тампонирования пород, анкерное усиление боковых пород на глубину 1,6 -1,8 м от подошвы. Парное закрепление анкеров на стойках выполнено с помощью фигурной планки за счет загиба хвостовой части стержня. За время поддержания (не менее 7 лет) в выработках проводили периодическую подрывку почвы (2 раза в год на глубину 0,5-0,8 м каждая) и перекрепление (каждые 3-5 лет) с выпуском пород кровли на 0,8-1,5 м. Анкерное усиление к моменту испытания просуществовало не менее 3,5 лет.

Вторая технология крепления представлена в выработках площадью сечения 10-16м² всвету, закрепленных жесткими рамами из двутавра, плотность 2-3 рамы на 1м. Закрепленное пространство увеличено за счет укладки затяжки на внутреннюю полку двутавра, поэтому мощность породобетонного тampoнажа 0,6-0,7 м. Анкерование приконтурных пород выполнено по радиальной схеме непосредственно при установке рам с помощью арматурных анкеров на глубину 1,8-2,2 м с закреплением па-

тронированным вяжущим. Хвостовые части парных анкеров закреплены на профиле через фигурную планку, натяжение с помощью резьбового соединения, охват профиля скобой. За период поддержания (около 5 лет) в выработках ремонты не проводили, состояние конструкций крепи соответствовало проектному положению. Установлено: усилие закрепления анкеров 34-38 кН, что приемлемо, несущая способность колеблется в пределах 49-88 кН, что соответствует нормативному (50 кН). Большой разброс значений натяжения зависит от качества выполнения работ. Выявлено резкое падение несущей способности в диапазоне смещений до 10мм, что связано с нарушением сцепления стержня, вяжущего и пород.

Сравнительный технологический аудит проведен по одной из новых методик, автором которой является Титов В.В. [4]. В данном исследовании определен потенциал двух инновационных технологий анкерно-рамной крепи по совокупности параметров (см. табл.1). Каждый параметр имеет свою количественную оценку в зависимости от наличия приведенных признаков: от минимальной оценки, характеризующей негативное влияние данного параметра на определяемый показатель потенциала технологии, т.е. оценки «-2» до максимального значения «+2», которая характеризует наибольшее положительное влияние данного параметра на потенциал технологии. В табл. 1 жирным шрифтом выделен признак, который авторы исследования отнесли ко второй из рассматриваемых технологий, а курсивом – признак, отнесенный к первой технологии крепления горных выработок. Если для обеих технологий эти признаки совпали, то в табл.1 это выделено жирным курсивом.

Частый показатель потенциала P_j технологии определялся по формуле:

$$P_j = \sum_{i=1}^n (k_i \times O_i),$$

где k_i – коэффициент значимости i -го параметра;

O_i – оценка i -го параметра.

n – количество параметров, по которым оценивается частный показатель потенциала технологии;

Суммарный потенциал технологий складывается из j компонентов:

1. Рыночный потенциал.
2. Потенциал качества.
3. Потенциал осуществимости.
4. Потенциал ресурсобеспеченности.

Интегральный показатель потенциала технологий:

$$P_{техн.} = \sum_{j=1}^4 P_j$$

Результаты количественной оценки составляющих потенциала исследуемых технологий приведены в табл.2.

Таблица 1

Технологический аудит							
А. Рыночный потенциал							
Оценка (подсказка)							
Описание фактора	+2	+1	0	-1	-2	Коэффициент значимости	Оценочный балл
							№1
Продукт	Продукт обладает необъятным рынком	Объем рынка достаточно велик	Объем рынка приемлем на грани допустимого	Объем рынка меньше допустимого	Потенциальный рынок продукта слишком мал	1	+1
Динамика	Рыночный сектор быстро растет	Рыночный сектор растет медленно, но постоянно	Рыночный сектор стабилен, колебания объема малы	Рыночный сектор медленно сужается	Рыночный сектор сужается с ускорением	1	+1
Конкурентная среда	Выход продукта на рынок сравнительно легко, конкурентов нет	Для выхода на рынок требуются заметные усилия, но конкуренты слабы	Конкуренция умеренна, мощных и агрессивных конкурентов нет	Существует заметное противодействие продукту, активная конкуренция	Мощный барьер доступа на рынок, лидеры – мощные компании с большими ресурсами	0,8	+2
Рентабельность	Коэффициент прибыльности в	Умеренный коэффициент прибыльности	Коэффициент прибыльности едва	Жесткая ценовая конкуренция ограничена	Прибыльность близка к нулю или	0,82	0

данном сек-
торе рынка
высок

сти в данном
секторе

оправдывает
затраты

ничивает
возможную
прибыль

даже отрица-
тельна

Рыночный потенциал

Б. Потенциал качества

Оценивание параметра		Оценка (подсказка)					Коэффициент значимости
		+2	+1	0	-1	-2	
степень альности	Продукт не имеет аналогов на рынке			<i>Продукт похож на известный, но обладает добавочными качествами</i>		Продукт на рынке хорошо известен	0,86
степеньненияции	Продукт выполняет свою функцию значительно лучше аналогов	Продукт выполняет свою функцию заметно лучше аналогов	Продукт выполняет свою функцию на том же уровне, что и аналоги	<i>Продукт выполняет свою функцию несколько хуже аналогов</i>	Продукт выполняет свою функцию заметно хуже аналогов		0,85
степеньевленияции	Цена продукта выгодно отличается от конкурентной	Цена продукта несколько ниже, чем у конкурентов	<i>Ценовые преимущества отсутствуют</i>	Цена продукта несколько выше, чем у конкурентов	Продукт заметно дороже конкурентных		1
экологиче-е каче-	Продукт предполагает заметное улучшение экологических условий	Продукт несколько улучшает экологические условия	<i>Продукт не влияет на экологическую ситуацию</i>	Имеет место заметное ухудшение экологии, связанное с продуктом	Ухудшение экологии, связанное с продуктом, потребует специальных мер.		0,64

Потенциал качества продукта

В. Осуществимость технологии

Оценка (подсказка)						Коэффи- циент зна- чимости
Оценивание аметра		+2	+1	0	-1	-2

овер- нцеп-	Концепция продукта отработана и проверена на практике	Концепция продукта подтвержде- на расчетами	Концепция продукта подтверждена словесными экспертными заключения- ми	Концепция подтверждена общими со- ображениями и сравнения- ми	Продукт ос- нован на кон- цепции, нуж- дающейся в проверке	1	+2
зна ии	Новая об- ласть при- менения из- вестного процесса или продукта	<i>Концепция улучшенного качества известного продукта</i>	Концепция нового каче- ства извест- ного продук- та	Концепция нового про- дукта или технологиче- ского процес- са	Концепция принципи- ально нового продукта и технологиче- ского процес- са для этого продукта	0,67	+1
оло- го-	Продукт можно про- изводить с помощью существую- щей техно- логии	<i>Продукт требует незначи- тельной мо- дификации существую- щей техно- логии</i>	Продукт тре- бует значи- тельной мо- дификации существую- щей техноло- гии	Технология связана с иными про- цессами, привносимы- ми из других областей	Технология связана с иными про- цессами, на- ходящимися в стадии разра- ботки	0,8	+1
а- е ог- ия	Никаких до- полнитель- ных разре- шений на серийный выпуск про- дукта не требуется	Для реализа- ции мас- штабного производства нужно уве- домление регулирую- щих органов	Для реализа- ции мас- штабного производства нужно раз- решение 1-2 регулирую- щих органов	Для реализа- ции масштаб- ного произ- водства нуж- но разреше- ние множест- ва регули- рующих ор- ганов	Для внедре- ния техноло- гии требуется разработка новых регла- ментных до- кументов	0,63	+2

Потенциал осуществимости технологии 4,73

Г. Ресурсообеспеченность технологии

оование етра	Оценка (подсказка)					Коэффи- циент зна- чимости	Оц техн №1
	+2	+1	0	-1	-2		
ри- бес- сть	Никаких до- полнитель- ных материа-	Для реали- зации тех- нологии	Для реализа- ции техноло- гии нужны	Для реализа- ции техноло- гии требуют-	Для реализа- ции техноло- гии требуют-	0,99	+1

ботки	лов и комплекствующих не требуется	нужны легкодоступные материалы	трудодоступные или дорогостоящие материалы	ся дефицитные или стратегические материалы	ся новые или разрабатываемые материалы	
датель-полного а разра-д	Технология полностью готова для производства	<i>Можно начать производство, попутно дорабатывая технологию</i>	Технологию можно быстро доработать и пустить в производство	Для доработки технологии требуется значительное время	Период разработки технологии и окупаемости средств недопустимо велик	1
инанс-обеспеченность раз-ки	Никаких дополнительных средств для запуска производства не требуется	<i>Для доработки технологии требуются незначительные средства, имеющиеся у клиента</i>	Проблема финансирования разработки не вызывает затруднений	Доработка технологии требует финансовых средств, что повлияет на другие проекты клиента	Финансирование доработки технологии вызовет значительные затруднения	0,83
ровая оцен-	Доработка технологии не требуется либо осуществляется самостоятельно	Технология требует незначительного пополнения штата без переобучения	Технология требует незначительной переподготовки части персонала	Технология требует серьезного обучения персонала или привлечения специалистов со стороны	Специалисты нужного профиля в штате отсутствуют и неясно, где их найти	0,63

Потенциал обеспеченности разработки

Оценивая степень универсальности предложенных технологий установлено, что продукт похож на известный, но обладает добавочными качествами, так как данный вид крепи ранее использовался, но технология самой крепи и её установки отличаются от ранее применяемых. Степень улучшения функций предложенных технологий соответствует следующим оценивающим категориям: технология №1 соответствует уровню «продукт выполняет свою функцию несколько хуже аналогов», а технология №2 - «продукт выполняет свою функцию заметно лучше аналогов». Такие позиции по данному оценочному параметру объясняются представленными в [5,6] технико-экономическими и техническими параметрами.

По представленному в оценочной таблице параметру «степень удешевления функции», рассматриваемые технологии оценены соответствующими коэффициентами в связи с проведенным анализом соответствующего сегмента рынка. Влияние технологии на экологическую ситуацию обосновывается требованиями нормативных документов.

Достоверность концепции отработана и проверена на практике. Новизна концепции заключается для технологии №1 в улучшении качества известного продукта, а для технологии №2 - в новой области применения известного процесса. Технологическая готовность представлена, исходя из технических выкладок, указанных в [5].

Регламентных ограничений данные технологии не имеют, их применение регламентируется нормативными техническими требованиями в соответствии с несущей способностью. Исходя из данных, указанных в [5], технологии не нуждаются в дефицитных материалах.

Степень готовности технологии для производства соответственно для технологии №1 готова для применения, но возможна попутная доработка, для технологии №2 она полностью готова к использованию в производстве, это подтверждается практическим использованием на шахтах Западного Донбасса.

Кадровая обеспеченность технологии требует незначительной переподготовки части персонала, это объясняется некоторой сложностью в применении данных технологий.

Таблица 2

Суммарный потенциал технологии

Суммарный потенциал технологий	Весовые коэффициенты	Итого	
		Технология №1	Технология №2
Экономический потенциал	1	3,6	5,24
Потенциал качества	0,77	-0,85	1,85
Потенциал осуществимости	0,82	4,73	6,2
Потенциал обеспеченности	0,74	2,82	2,66
Суммарный потенциал технологии		10,3	15,45

Выводы и перспективы дальнейших исследований. На рассмотренном примере были представлены все положительные и негативные стороны трансфера технологий с экономическим и техническим обоснованием. Он позволил использовать более прогрессивные технологии. Применение анкерно – рамной крепи взамен рамной позволит уменьшить

стоимость проходки 1 м на 300 грн. [6], а в сложных горно–геологических условиях исключить или существенно уменьшить затраты на ремонт выработок, превышающих стоимость проходки, однако может привести к убыткам и травмам при неумении и (или) нежелании качественно возводить крепь на всех этапах ввода, освоения и промышленного использования. Способность анкерно – рамной крепи поддерживать выработки без ремонта в течение проектного срока службы открывает возможности для наращивания уровня добычи при существенной экономии трудо-, энерго-, материало- и денежных затрат для основных технологических звеньев ОАО “Павлоградуголь”. К таким возможностям относятся прежде всего организация лав с суточными нагрузками 1800 т. Результаты технологического аудита как одного из этапов трансфера технологий, проведенного в сравнении двух технологий анкерно – рамного крепления выработок свидетельствуют о необходимости отдать преимущество второй из анализируемых технологий с целью технического перевооружения шахт Западного Донбасса.

Дальнейшие перспективы исследований в области технологического аудита видятся в совершенствовании использованной методики, в частности, требует дополнительного обоснования введение коэффициентов значимости отдельных параметров при определении частных показателей потенциала технологии. Другим перспективным направлением исследований авторы считают необходимость разработки таких параметров оценки технологий, используемых в горной промышленности, которые учитывают не только экологические качества выпускаемой продукции, но и характеристики безопасности труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. І. Сухоруков. Трансфер технологій в Україні: стан та шляхи активізації // XII Міжнародна научно-практична конференція «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки» - 521-524.
2. А.В. Ямчук, Л.А. Мусіна, В.В. Литвинова. Трансфер технологій – один з головних механізмів інноваційного розвитку України // XII Міжнародна научно-практична конференція «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки» - 545-548.
3. Н.І. Домніна. Трансфер технологій як економічна категорія // XII Міжнародна научно-практична конференція «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки» - 403-405.
4. Титов В.В. Трансфер технологій. Учебное пособие. /Интернет-ресурс / <http://www.metodolog.ru/00384/annot.htm> - [Заголовок с экрана].
5. С.Н. Стовпник. Анкерное усиление рамных крепей на шахтах Западного Донбасса // Уголь Украины // №1, 2007 - 14-17.

6. Ю.И. Кияшко, А.В. Кириченко. Экономический прогноз эффективности применения анкерно-рамной крепи // №3, 2008 — 30-32.

7. Л.Н. Ширин, С.В. Корнеев. Новый способ установки анкерной крепи // Уголь Украины // №7, 2008 - 6-7.

УДК 622:658.32.002.

СКРИПКА В.М. (КП ДонНТУ)

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ОПЛАТИ ПРАЦІ ПРИ ВВЕДЕННІ НОВИХ ТАРИФНИХ СТАВОК І ПОСАДОВИХ ОКЛАДІВ ПРАЦІВНИКІВ ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИС- ЛОВОСТІ.

Розглянуто рекомендації які можуть бути використані для дослідження тенденцій вдосконалення організації оплати и стимулювання праці на рівні вугільних підприємств, виробничих об'єднань та галузі в цілому.

Робота по вдосконаленню організації заробітної плати і введенню нових тарифних ставок і посадових окладів працівників вугільної промисловості повинна бути направлена на практичну реалізацію управлінських рішень по вдосконаленню оплати праці в нерозривному зв'язку зі всім комплексом заходів щодо упровадження нових методів господарювання.

Підвищення тарифних ставок робочих і посадових окладів керівників, фахівців і службовців необхідно здійснювати за рахунок і в межах коштів, що заробляються самими підприємствами і організаціями. Новий підхід до вишукування джерел коштів на введення підвищених ставок і посадових окладів вимагає мобілізації всіх технічних, організаційно-економічних і соціальних чинників підвищення ефективності виробництва, всебічного вдосконалення оплати праці.

Мінвуглепром України розробив і направив на підприємства і в організації ряд нормативних документів, в яких висловлені основні положення проведення роботи з удосконалення організації заробітної плати. Відповідно до галузевої угоди між Міністерством палива та енергетики України, НАК „Вугілля України”, іншими власниками (об'єднаннями власників), що діють у вугільній галузі, і всеукраїнськими профспілками вугільної промисловості від 03.07.2001р на підприємствах вугільної галузі потрібно створити комісії для проведення підготовчої роботи по введенню нових умов оплати праці, атестації керівників і фахівців і по перетарифікації робіт і робочих місць.

В процесі підготовчої роботи підприємствам і об'єднанням необхідно виконати розрахунок необхідних коштів на підвищення тарифних ставок і посадових окладів, розробити комплексні плани організаційно-технічних заходів щодо вишукування коштів на введення нових умов оплати праці і вдосконалення організації заробітної плати; визначити термін введення підвищених тарифних ставок і посадових окладів.[1]

Наступним етапом є проведення аналізу стану нормування праці на гірничому підприємстві, на основі якого необхідно усунути недоліки в розрахунках норм виробки, для робітників-відрядників та переглянути їх. Річ у тому, що сучасне вугільне підприємство стає складним високомеханізованим і автоматизованим виробництвом яке використовує останні досягнення науки і техніки. Але наукова організація праці(НОП) у вугільній галузі залишається на рівні 70-80 років минулого сторіччя. НОП це систематичне упровадження досягнень науки і передового досвіду для якнайкращого поєднання техніки і людей у виробничому процесі.

Її основні напрями:

- оплата і стимулювання праці
- розподіл і кооперація праці
- технічне забезпечення і автоматизації праці
- нормування праці
- сприятливий режим і умови праці

Але центральний відділ праці Мінвуглепрому(ЦВП) не виконує свої функції вдосконалення у сфері нормування, організації і оплати праці, а займається передруком збірників і збором недостовірної інформації про положення справ в цій сфері. Норми виробки занижені. Перевиконуються у декілька разів. Застосування зрівнялівки при оплаті праці в комплексних бригадах, або взагалі відсутність стимулювання приводить до повної відсутності мотивації високопродуктивної праці. Упадок нормування праці веде до надмірної експлуатації і надмірної напруженості праці робітників на вугільних підприємствах. А введення почасової оплати праці для всіх веде до стандартизації при зрівнялівці в зарплаті, а не до її диференціації. Тому в кожному випадку необхідно знайти підхід до визначення міри праці, підхід до нормування і нарахування заробітної плати в колективі.

Аналіз результатів вдосконалення нормування праці свідчить про комплексний (всебічний) підхід до рішення питань впорядкування норм праці і економічної ефективності цієї роботи.

Основними критеріями для ухвалення рішень про перегляд норм праці служать рівень освоєння норм; відповідність їх галузевим і міжгалузевим нормам і досягнутому рівню техніки, технології, організації виробництва і праці; наявність недоліків при розрахунку паспортів комплексних норм і розцінок; результати експертних оцінок норм

фахівцями об'єднань і підприємств; рівень підвищення тарифних ставок.

У зв'язку із змінами в показниках для віднесення підприємств і їх підрозділів до груп по оплаті праці керівників в підготовчий період потрібно здійснити заходи по укрупненню структурних підрозділів і провести роботу по віднесенню підприємств, цехів і ділянок до груп відповідно до знов затверджених показників.

Далі відповідно до галузевих рекомендацій Мінвуглепрому України на підприємствах потрібно провести перетарифікацію робіт. Визначити розряди робіт на основі тарифно-кваліфікаційних характеристик і типових прикладів робіт, що містяться в ЕТКД. На відрядних роботах, по яких встановлені тарифні розряди, відмінні від діючих, провести перерахунок або складання нових паспортів комплексних норм виробки.

Кваліфікаційним комісіям підприємств потрібно провести перетарифікацію робітників, здійснити приведення найменувань професій робітників і їх кваліфікаційних розрядів відповідно до нового ЕТКД. В результаті підвищення вимог до професійної кваліфікації при перетарифікації, поліпшиться співвідношення між темпами зростання продуктивності праці і заробітної плати. В структурі заробітної плати підвищиться питома вага оплати по тарифних ставках, відрядних розцінках і окладах.

На підприємствах необхідно здійснити заходи, направлені на поліпшення і оздоровлення умов праці, що дозволить скоротити частку робітників, зайнятих на роботах з несприятливими умовами праці на поверхні шахт, розрізів і на збагачувальних фабриках.. В цілях стимулювання зростання продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва і якості роботи потрібно вдосконалити практику застосування доплат і надбавок до тарифних ставок і окладів робітників. Переглянути контингент і чисельність робітників, яким вони встановлені. Підвищити вимоги до умов їх встановлення: уточнити і затвердити критерії і показники, розробити їх кількісні і якісні характеристики, поліпшити порядок їх застосування.

Користуючись наданим правом повної самостійності в розробці і затвердженні положень про преміювання працівників за основні результати, господарської діяльності (за винятком керівних працівників) виробничим об'єднанням, підприємствам і організаціям необхідно розробити і ввести в дію нові положення про преміювання. На підприємствах вугільної промисловості робітники повинні преміюватись диференційовано за виконання і перевиконання планів виробництва і продуктивності праці, за виконання і зниження в порівнянні з планом собівартості продукції (робіт), виконання і перевиконання плану продуктивності праці.

В цілому показники преміювання потрібно націлити на поліпшення кінцевих результатів роботи бригад, ділянок, цехів, виробничих одиниць. Розміри премій за виконання і перевиконання показників преміювання встановити диференційовано залежно від рівня напруженості плану виробництва, продуктивності праці, значущості підрозділів у виробничому процесі, встановлених вимог до якості продукції (робіт), поставлених задач і умов виробництва.

При введенні нових умов оплати праці необхідно переглянути розміри премій для робітників, керівників, фахівців і службовців за виконання плану по показниках преміювання, причому зміна розмірів премій розробити в тому ступені, який дозволяє при підвищенні тарифних ставок і посадових окладів зберегти величину премій на колишньому рівні.

Таким чином, в вугільній галузі необхідні кошти для введення нових тарифних ставок і посадових окладів, можна отримати за рахунок планованого приросту фонду заробітної плати і збільшення об'єму виробництва — 40%; перегляду норм виробки і скорочення чисельності — 40%; вдосконалення організації праці, системи преміювання і заробітної платні, виділення коштів з фонду матеріального заохочення і інших джерел — 20%.

Результати заходів розроблених для введення нових умов оплати праці для працівників вугільних підприємств і організацій повинні свідчити про важливість роботи, що проводиться, по вдосконаленню заробітної плати, новизни в підході до рішення великого кола питань вдосконалення оплати праці, про необхідність проведення наукового аналізу процесу перебудови організації заробітної плати на всьому протязі його здійснення, а також розробки своєчасних заходів по усуненню причин, гальмуючих їх реалізацію

ЛІТЕРАТУРА

1. Галузева угода між Міністерством палива та енергетики України, НАК „Вугілля України”, іншими власниками (об'єднанням власників), що діють у вугільній галузі, і всеукраїнськими профспілками вугільної промисловості від 03.07.2001р. (реєстраційний номер в Міністерстві праці та соціальної політики України № 71 від 07.08.2001р.) з доповненням та змінами. – Київ, 2005р. 336с.

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ГРОШОВИХ ПОТОКІВ НА ВУГІЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Проаналізовано формування грошових потоків на добувних підприємствах

Ефективність господарювання підприємства безпосередньо пов'язане з визначенням цілей створення і його функціонування. Головну мету підприємства, тобто чітко окреслену причину його існування називають місією. У більшості випадків місією підприємства можна вважати виробництво продукції для задоволення потреб ринку і одержання завдяки цьому максимально можливого прибутку. Це твердження вірне навряд чи досить повно. Не менш важливою метою будь-якого підприємства в умовах ринку є забезпечення стабільної фінансової стійкості в його роботі. Ефективність здійснення фінансово-господарської діяльності підприємства визначається задовільним станом його грошових потоків, а саме достатністю, синхронністю та стабільністю формування.

Підприємства можуть досягати цієї мети тільки в тому випадку, якщо у своїй роботі будуть дотримувати визначених принципів і виконувати необхідні функції:

- випускати високоякісну продукцію систематично;
- раціонально використовувати виробничі ресурси з урахуванням їх взаємозамінності;
- розробляти стратегію і тактику поведінки підприємства і коректувати їх відповідно до обставин, що змінюються;
- систематично упроваджувати все нове і передове у виробництво, в організації праці і керування;
- піклуватися про своїх працівників, ріст їхньої кваліфікації і більшої змістовності праці щодо підвищення їхнього життєвого рівня і створення сприятливого соціально-психологічного клімату в колективі;
- забезпечувати конкурентну здатність підприємства і продукції, підтримувати високий імідж підприємства.

Отже проведемо аналіз стану грошових потоків вугільного підприємства, на прикладі ДП «Красноармійськвугілля ВП шахти Стаханова, однієї з великих підприємств колишньої держави. Зосередимось на таких показниках, як обсягу видобутку вугілля, витратах на видобуток, ціна на реалізовану продукції, дебіторська і кредиторська заборгованість, розміри державної підтримки.

Дослідження динаміки видобутку вугілля і його реалізації протягом останніх років дало змогу встановити такі тенденції:

- постійне зменшення обсягів видобутку вугілля за 1998-2007 рр., при цьому загальне зменшення за розглянутий період становило 49,9%;
- у 2004 році видобуток вугілля зріс на 121,2 тис.т. (11,8%) у порівнянні з попереднім періодом, але був нижчим ніж у 1998р.відповідно на 503,0 тис.т. (28,4%);
- слід зазначити, що мінімальний обсяг видобутку вугілля, досягнутий у 2006 р., становить 53,1% відповідно до рівня 1998р.

Зниження видобутку вугілля пов'язано у першу чергу з обмеженими можливостями введення в експлуатацію нових лав, а також недостатнім бюджетним фінансуванням, неефективною ціновою політикою, наявністю різного роду заборгованостей. Несприятливі тенденції негативно відбилися на процесі формування грошових потоків шахти

Важливим показником, що впливає на процес формування грошових потоків, є повна собівартість 1 т вугілля, яка у 2007 р порівняно з 1998 р збільшилася на 415,9 грн (332,8%). Однією з основних причин зростання повної собівартості 1 т вугілля є підвищення цін на матеріальні ресурси, які займають найбільшу питому вагу в структурі собівартості вугільної продукції. Збільшилася питома вага інших витрат в структурі собівартості вугільної продукції на 3,0%. Спостерігається збільшення умовно-постійної частини витрат, за аналізує мий період збільшення склало 4,0%.

Поряд із зростанням собівартості спостерігається збільшення ціни на вугільну продукцію. У 2007 р. порівняно з 1998р ціна 1т зросла на 232,9грн (237,5%). Порівняння показує, що темпи зростання цін нижчі ніж собівартості продукції. У середньому за вказані роки темпи приросту повної собівартості становив 16,2%, а темп приросту ціни лише 11,4%.

Дослідженням встановлено, що ціна на вугільну продукцію не покриває витрати на її видобуток, а різниця між ціною і повною собівартістю постійно збільшується (у 2007 році вона була найбільшою – 205,67 грн за 1 т, а порівняно з 1998 р зросла майже в 8 разів), що свідчить про збитковий характер діяльності шахти.

Ціна на готову продукції шахти є одним з головних факторів, що впливає на формування позитивного грошового потоку від операційної діяльності. Проблема посередники. Ліквідація посередницьких структур дасть можливість упорядкувати політику формування цін.

Але не лише неефективна цінова політика є перешкодою для розвитку вугільної промисловості. Особливо гостро постає питання неплатежів за відвантажену продукцію. Наявність значних сум дебіторської заборгованості свідчить про порушення термінів оплати і призводить до не-

достатнього фінансування технічного оснащення виробничих процесів, нерівномірності формування грошових потоків у часі та за обсягами.

Слід зазначити, що дебіторська заборгованість знизилася і у 2007 р. склала 33,2млн.грн., заборгованість знизилася у 1,3 рази. Зниження дебіторської заборгованості відбувалося за рахунок зниження бартерних схем, така ситуація сприяла появі на шахті реальних грошових коштів.

Але розмір кредиторської заборгованості має тенденцію зростання. На шахті її розмір складає 74,0 млн. грн. у 2007 р., зростання склало 8,6% у порівнянні з 1998 р. Традиційно співвідношення кредиторської і дебіторської заборгованості дорівнює одиниці. За десять років спостерігається відхилення від нормативного значення.

Аналіз показав, що витратний характер видобутку, неплатежі за відвантажену продукцію, незадовільний стан ціноутворення сприяли зростанню збитків за результатами господарської діяльності на підприємстві. Наявність збитків свідчить про дефіцитність грошових надходжень на шахтах, що призводить до неспроможності фінансувати капітальних вкладень на придбання устаткування.

Таким чином зниження дефіциту грошових надходжень на шахті може бути досягнуте за рахунок зниження витрат на виробництво, необхідно переходити від витратної економіки до ефективної. Але це можна досягти тільки після зміни державної політики у плані сприяння ефективному розвитку підприємств вугільної промисловості.

Література:

1. Основні показники роботи ДП «Красноармійськвугілля» «ВП шахти Стаханова» 1998-2007рр.
2. В.А. Марченко Аналіз показників, які визначають стан грошових потоків вугільних підприємств // Уголь Украины. – 2007.-№3.

УДК 371.132

НЕМЦЕВА Н.С., НЕМЦЕВ Е.М. (КП ДонНТУ)

САМОАКТУАЛІЗАЦІЯ МАЙБУТНЬОГО СТУДЕНТА- ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

Розглянуто умови самоактуалізації; запропоновано аспекти, які допоможуть абітурієнту під час вибору професії.

Вибір майбутньої професії один з найважливіших кроків у житті кожної людини. Насамперед відзначимо, що не існує "непотрібних" чи "поганих" професій, потреба в тих чи інших професіях та кількості її представників визначається сьогоденням, а саме тими політичними і соціальними процесами які відбуваються в країні.

Серед принципів, за якими школярі обирають майбутню професію можна виділити наступні:

- вплив батьків на дитину: школяр обирає ту професію, яку радять батьки;
- вплив сучасного світогляду: обирають ту професію, яка наразі "користується великим попитом" зі сторони суспільної думки;
- вплив наслідування та спадковості професії в родині: нащадки обирають професію своїх батьків;
- вплив галузі в місці проживання: вибір професії відповідно до вимог регіону.

Обираючи майбутню професію кожна людина повинна бути зацікавлена, і найголовніше, повинна бачити "реальність успіху своєї професії". Безумовно, професійне самовизначення поряд з особистісним розвитком – складна і довготривала робота. Крім того, беззаперечним є ідея взаємної відповідності особистісних якостей людини, з однієї сторони, і вимог, що висуваються до майбутньої професії, з іншої сторони. У абітурієнта впродовж його прийдешнього життя: дитсадок, школа, складаються й відповідні відносини до різних професій, самооцінка їх можливостей, слабе орієнтування в соціально-економічній ситуації.

Результатом професійного самовизначення абітурієнта повинен бути його особистий професійний життєвий план. При цьому важливим та необхідним результатом вибору професії є розуміння того, що дитина сама обрала професію.

Професійне самовизначення – це не створення меж розвитку людини, не спад до професійної обмеженості, а пошук можливостей безмежного розвитку, це не однократна дія, а довгий, багаторічний процес, який пов'язаний з різними цілями, що мають різний зміст на різних вікових етапах [3].

На що ж потрібно орієнтуватися майбутньому студенту технічного вузу, який обирає спеціалізацію "електромеханік". В електромеханіки йдуть люди, що творчо міркують, мають активну життєву позицію, цікавляться прогресивними досягненнями науки і техніки. Серед аспектів, які визначають привабливість даної професії можна виділити наступні:

- **універсальність**

Робота будь-якого механізму або машини заснована на певних

фізичних законах і ці закони визначають єдність принципу дії електричних, гідравлічних, пневматичних й інших пристроїв. Звичайно, кожний механізм за родом свого застосування специфічний, але ця специфіка й становить обсяг необхідних знань за професією це те, чому навчають майбутнього інженера-електромеханіка у вищому навчальному закладі.

Крім того, у цей час практично не існує галузі, у якій би не застосовувалися машини, механізми й різні пристрої. А кожний механізм "вимагає до себе особливої уваги", що й перебуває у полі зору електромеханіка – саме звідси виходить універсальність професії.

– прогресивність

Електромеханік, що працює на будь-якому підприємстві, першим з технічного персоналу зустрічається "віч-на-віч" з новою машиною та схемою її енергопостачання, бачить її переваги та недоліки, з найбільшою ефективністю застосовує її в процесі виробництва.

Безпосередній зв'язок з усім новим, передовим викликає в людині почуття особливої задоволеності, вгамовує природну тягу людини до нового, викликає бажання пізнання й відкриття. Знати секрети нових пристроїв, які завтра можуть стати загальнодоступними – привілей не кожної професії, а електромеханік нею володіє.

– простір для творчості

Без здатності мислити творчо, створювати щось нове й творити не можливо з належною віддачею виконувати свої прямі професійні обов'язки. Вимога часу – перебувати в постійному творчому пошуку й електромеханік із цієї точки зору в числі перших.

Сучасні машини й механізми ще далеко не досконалі, а умови їхнього застосування постійно змінюються, що знову ж вимагає від інженера-електромеханіка постійного пошуку найбільш оптимального режиму роботи та шляхів удосконалення техніки й технології робіт.

– почуття бути потрібним

Ще М. Горький писав: "Лучшее наслаждение, самая высокая радость жизни – чувствовать себя нужным и близким людям".

Незважаючи на те, що в теперішній час спостерігається все більша відособленість і відчуженість у людських відносинах, у кожної особи як і раніше існує потреба розуміти й реально відчувати, що те, чим вона професійно зайнята, потрібно людям, що вона необхідна суспільству.

– володіння "таємницею машин"

Високопрофесійний електромеханік – він як гарний лікар, тільки той, що лікує машини. Оживити затихлий двигун, "вдихнути життя" в "купу металу", змусити його рухатися, рубати, вантажити, плисти, летіти – це особлива майстерність. Уміння бути з машиною на "ти" – це риса роботи електромеханіка. У цей час, коли відбувається швидке ускладнення конструкції всіх без винятку машин і апаратів, ці вміння ще більш важливі, адже навіть дріб'язкова несправність може зупинити весь технологі-

чний процес і підприємство зазнає суттєвих матеріальних втрат.

– комунікативність

Електромеханік – це інженерно-технічний робітник, керівник окремого підрозділу, як кожен керівник колективу людей він має бути психологом людських душ, і як кожен професійний спеціаліст повинен спиратися на один з головних видів самоактуалізації – комунікативність. Комунікація – це спілкування людей у процесі їх спільної діяльності – обмін думками, ідеями, судженнями, а успіх будь-якого підприємства насамперед залежить від того наскільки керівник зможе знайти спільну мову із своїми підлеглими. Зважаючи на все це, майбутні студенти повинні не тільки володіти знаннями які вони отримають протягом життя, а й вміти спілкуватися, щоб досягти успіху.

– приналежність до особливої "касти"

Професія "електромеханік" має глибокі історичні коріння та нараховує кілька сторіч, а становлення професії нерозривно пов'язане з розвитком машин і їх застосуванням на різних виробництвах. Умови роботи виробництва, що постійно змінюються, постійні нововведення в технологію ведення робіт, прогрес наукової думки, швидкий ріст кількості машин і механізмів, зайнятих на виробництві, вимагає від електромеханіка постійного зростання й самоудосконалення. В умовах крайньої обмеженості часу, заходів та засобів при жорстких вимогах з безпеки робіт у його голові йде постійний пошук правильних рішень. Механік як ніхто інший повинен шукати нові шляхи розв'язання проблем, досягати їх рішення, боротися, відступати й знову йти вперед. У таких умовах, що швидкозмінюються, формується професіонал і загартовується характер людини.

У цьому й полягає привабливість професії, професії людей особливого складу характеру, сміливих і сильних духом. Попит на знання й уміння механіка дуже великий, але й вимоги до прояву цих знань і вмінь не менше – про це повинен пам'ятати і кожен абітурієнт, який починає свій шлях в електромеханіки й ті, які вже відбулися як професіонали. Електромеханіки можуть з успіхом працювати в таких галузях як гірничо-промисловість, машинобудування, будівництво, НДІ, комунальне господарство, харчова промисловість й інші.

Насамкінець зазначимо, що результатом професійного самовизначення для абітурієнта є відносно визначений, позитивно-зафарбований та реалістичний план, як мінімум, найближчих кроків на професійному шляху.

Література:

1. Бех І.Д. Виховання особистості: У 2-х кн. Кн. 2: Особистісно орієнтований підхід: науково-практичні засади. – К.: Либідь, 2003. – 343 с.

2. Гимельштейн Л.Я. Искусство быть механиком. – М.: Недра, 1990. – 137 с.: ил.
3. Климов Е.А. Психология профессионального самоопределения. – Ростов-на-Дону. Издательство "Феникс", 1996. – 512 с.

УДК 378.147

СЕРГИЕНКО Л.Г., ВИННИК Е.А., СЕРГИЕНКО Н.И. (КИИ ДонНТУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ ВТУЗА

Рассмотрен процесс совершенствования и предложен процесс оптимизации учебного процесса студентов втуза.

Процесс подготовки специалистов (бакалавров, магистров) технического профиля в настоящее время носит настолько интегративный характер, что его совершенствование в целом не может быть эффективным и устойчивым, если оптимизация ограничится только какой-либо одной сферой работы втуза. Следовательно, в любом вузе необходимы и тесное взаимодействие учебного и воспитательного процессов, и проблемно-целевое планирование содержания дисциплин, ориентированное на модель специалиста (например, горного инженера, которая составляется на основе его профессиограммы), и успешная передача преподавателями всех кафедр своего личного профессионального опыта в сочетании с академическим (традиционным) изложением программного материала, и активное использование всех видов развивающего (проблемного) обучения, сводящего в один комплекс творческие и репродуктивные процессы, стирающего грань между теоретической и практической подготовкой, инновационные педагогические технологии и многое другое.

Принципиальное значение имеет сегодня инициатива вузов и кафедр по пересмотру учебных программ на основании анализа задач их практического использования, а также темпов развития современных знаний, настоятельно ставящих вопрос об опережающем обучении, что является одним из основных принципов Болонской декларации.

В современной дидактике с опорой на теорию познания и деятельности подход уже накоплен определенный опыт осмысления и внедрения основных принципов перестройки высшего образования применительно к техническим специальностям. Прежде всего мы обратили внимание на развитие всех видов дидактических приемов и средств индивидуализированного и проблемного обучения, усиление роли фундаментальных и спе-

циальных дисциплин в подготовке специалистов, постепенный переход от традиционной (классической) системы института кураторов к практике студенческого самоуправления.

Что же реально сделано в последнее время в области улучшения учебно-методической и организационно-методической работы в вузе?

С целью установления логической последовательности изложения учебного материала кафедрами базового университета, разрабатывающими учебные планы, пересмотрен стандарт протокола меж кафедрального согласования, который заменен матричной интеграцией учебного материала. Этот метод, последовательно реализуемый в три этапа, обеспечивает нужную последовательность распределения тем внутри кафедральной программы (первый этап), устанавливает связь с материалом, излагаемым как в предшествующих (матрица «вниз» - второй этап), так и в последующих (матрица «вверх» - третий этап) курсах. Этот процесс корректируется учебным отделом и учебно-методическими комиссиями различных специальностей. Подобный метод дает достаточно широкие возможности для своевременной и оперативной коррекции учебных планов. Будут внедрены деловые и ролевые игры, метод алгоритмических предписаний, различные формы без машинного и машинного программированного обучения и контроля, все виды тестирования, а также обучение в дисплейных меж кафедральных классах. Всю оптимизацию учебного процесса планируется осуществлять с широким использованием проблемного обучения. С самого начала преподаватель должен видеть в обучающемся не вчерашнего школьника, а будущего инженера, коллегу. Само понятие «студент» должно, вероятно, иметь прежде всего процессуальный смысл (инженер в своем становлении).

Особое внимание, на наш взгляд, в этой связи следует уделить ранней педагогической диагностике профессиональных наклонностей студентов по отношению к той или иной инженерной специальности. Такая диагностика позволит в дальнейшем успешно развивать подготовку через систему НИРС, а в перспективе и ввести занятия по индивидуальным планам и приказам предприятий.

Одной из важнейших задач учебно-воспитательного процесса в высшей школе является, на наш взгляд, преодоление психологического барьера, возникающего у студентов на пути перехода к технологии вузовского обучения. Весь опыт средней школы приучает их главным образом к репродуктивной учебной деятельности. Большинство заданий в школе имеет обязательно одно или два верных решения. В вузе же - моделирование (логическое, математическое и экспериментальное) возможно, напротив, одновременно с позиций нескольких теорий и допускает лишь известную степень вероятности. Общеобразовательная школа - чаще всего школа аналогий. Для объяснения же событий, происходящих в производствен-

ных процессах, аналогии часто подобрать просто трудно или вовсе невозможно.

Для более эффективной адаптации студентов I курса к вузовской жизни должен быть создан постоянно действующий координационный методический совет. Первокурсников необходимо в короткий срок научить работе с лекционным материалом, технике записывания лекций и применению теоретического материала к целям, ставящимся на практических занятиях. Всей этой проблематике должен быть посвящен цикл лекций, читающийся в курсе «Введение в специальность». Большая роль принадлежит и педагогическим коллективам, работающим на начальных курсах (кафедры «Естественных наук», «Социально-гуманитарной подготовки», «Инженерной механики»): здесь надо выработать и развить у студентов побудительный интерес к специальности, согласно теории Каменского. Кроме того, думается, будет очень хорошо, если уже в первые дни своего пребывания в институте студенты познакомятся с профессией инженера в действии - это до сих пор случается далеко не всегда.

В связи с переходом студенческих групп на самоуправление у нас создано положение, в котором определены основные моменты этого перехода, а также вновь воссоздан институт кураторов, которые будут работать на начальных курсах, а затем передавать студентов кураторам на выпускающие кафедры. Одной из предстоящих задач совета является организация постоянно действующего дидактического семинара по психолого-педагогическим основам работы в студенческих коллективах. Для кураторов групп в нем должны быть запланированы, например, такие темы: «Психолого-педагогические основы и формы студенческого самоуправления», «Студенческая семья», «Основы формирования студенческих коллективов. Типы руководства ими. Их микроструктура», «Социометрические методики определения степени зрелости коллектива» и др. Процесс перевода на самоуправление уже начался. Степень готовности группы к такому переводу будет определяться совместно заместителем декана факультета, куратором группы и активом группы.

Процесс перестройки учебной и учебно-воспитательной работы немыслим без научного анализа эффективности существующих ее форм и постоянного их совершенствования. Будет продолжаться у нас и практика проведения общеинститутских педагогических семинаров и конференций. Наряду с расширением применения на кафедрах уже разработанных методик необходимо и дальнейшее продолжение исследований в этой области.

АНАЛІТИЧНІ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ГРАФІЧНІ МОДЕЛІ ПРОЕКЦІЮВАННЯ ПРОСТОРОВИМИ СПІРАЛЯМИ І СПІРАЛЬНІ ПОВЕРХНІ

Пропонується спосіб конструювання спіральних поверхонь, кар-кас яких складають промені, що проєкціюють довільну лінію.

Постановка проблеми. Формоутворення поверхонь аналітичними методами та їх візуалізація засобами комп'ютерної графіки – одна з актуальних проблем прикладної геометрії в зв'язку з використанням таких методів у автоматизованих системах наукових досліджень, проєктування, вироблення на обладнанні з ЧПК.

Аналіз останніх досліджень. Конструктивні питання спірально-гвинтового проєкціювання розглянуто в роботах [1, 3]. Аналітичні моделі поверхонь, що несуть на собі сім'ю спіральних просторових ліній, розглядалися у роботах [2, 4].

Постановка завдання. Ціль статті – розробити аналітичну інтерпретацію способу формоутворення поверхонь проєкціюванням просторовими спіралями деякої лінії з позиції загальної теорії аналітичного формоутворення.

Основна частина. Параметричні рівняння конгруенції просторових спіралей запишемо у вигляді

$$x = ve^{ht} \cos(u + \omega t), \quad y = ve^{ht} \sin(u + \omega t), \quad z = ce^{ht} \quad (1)$$

де t, u, v – параметри конгруенції, h, ω, c – сталі параметри.

Геометричний та кінематичний зміст параметрів: t – параметр обертального руху, u – кутова початкова фаза обертання, v – параметр форми конуса інцидентності просторової спіралі. Сутність сталих параметрів: ω – кутова швидкість обертання, h – коефіцієнт відношення наступного до попереднього кроку спіралі, c – коефіцієнт впливу на величину кроку.

Піднесемо до квадрату обидві частини рівностей (1) і знайдемо

$$\frac{x^2 + y^2}{z^2} = \frac{v^2}{c^2}. \quad (2)$$

Позначимо

$$\frac{v}{c} = tg \alpha \quad (3)$$

та з врахуванням цього позначення приведемо (2) до вигляду:

$$x^2 + y^2 = z^2 \operatorname{tg}^2 \alpha.$$

(4)

З рівняння (4) випливає, що лінії конгруенції (1) належать конусам зі спільною вершиною у початку координат та зі змінним (бо змінне v у (3)) кутом α нахилу твірної до осі.

Знайдемо відношення

$$\frac{z_{t=t_i+2\pi}}{z_{t=t_i}} = \frac{ce^{ht_i} e^{2\pi h}}{ce^{ht_i}} = e^{2\pi h}. \quad (5)$$

Оскільки $h = \text{const}$, властивістю спіральних просторових ліній є сталість відношення наступного до попереднього кроку, про що свідчить рівність (5). Вони проєкціюються ортогональним проєкціюванням на площину, перпендикулярну осі OZ , логарифмічними спіралями. Лінії перетинають твірні конуса інциденції під однаковим кутом і мають однаковий нахил до площини, перпендикулярної осі OZ . Визначимо особливі точки параметризації простору конгруенцією (1). З умови

$$\frac{D(x, y, z)}{D(t, u, v)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial t} & \frac{\partial \varphi}{\partial t} & \frac{\partial \psi}{\partial t} \\ \frac{\partial f}{\partial u} & \frac{\partial \varphi}{\partial u} & \frac{\partial \psi}{\partial u} \\ \frac{\partial f}{\partial v} & \frac{\partial \varphi}{\partial v} & \frac{\partial \psi}{\partial v} \end{vmatrix} = 0.$$

для функцій (1)

$$\frac{D(x, y, z)}{D(t, u, v)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial t} & \frac{\partial y}{\partial t} & \frac{\partial z}{\partial t} \\ \frac{\partial x}{\partial u} & \frac{\partial y}{\partial u} & 0 \\ \frac{\partial x}{\partial v} & \frac{\partial y}{\partial v} & 0 \end{vmatrix} = \frac{\partial z}{\partial t} \left(\frac{\partial x}{\partial u} \frac{\partial y}{\partial v} - \frac{\partial x}{\partial v} \frac{\partial y}{\partial u} \right) = -vhce^{3ht} = 0 \quad \text{випливає, що}$$

тільки точки осі OZ , для яких $v = 0$,

$$x = 0, \quad y = 0, \quad z = ce^{ht}$$

є особливими точками параметризації.

Далі покажемо, що конгруенцію (1) можна застосувати в якості апарату криволінійного проєкціювання. Для цього необхідно довести, що через довільну точку $M(x_M, y_M, z_M)$, що не належить осі OZ , проходить єдина просторова спіраль конгруенції (1) при фіксованих значеннях h, α, c , що еквівалентно однозначному розв'язанню рівнянь (1) відносно t, u, v . Власне, в точках M , що не належать осі OZ , таке розв'язання можливе.

З третього рівняння (1) знаходимо:

$$t_M = \frac{\ln z_M - \ln c}{h}. \quad (6)$$

З перших двох рівнянь (1) $\frac{y_M}{x_M} = tg u_M + \omega t_M$, звідки з врахуванням (6)

$$u_M = arctg \frac{y_M}{x_M} - \omega \frac{\ln z_M - \ln c}{h}.$$

(7)

Нарешті, з перших двох рівнянь (1) з врахуванням (6)

$$v_M = \frac{\sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{e^{\frac{\ln z_M}{c}}} = \frac{c \sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{z_M}. \quad (8)$$

Сукупність рівнянь (1), (6), (7), (8) дозволяє представляти параметричними рівняннями лінії та поверхні як в прямокутних декартових координатах, так і в параметрах конгруенції.

Щоб отримати параметричні рівняння променя конгруенції, що проєкціює точку M , необхідно до рівнянь (1) замість v та u підставити їхні вирази (7), (8), лишивши параметр t вільним:

$$\begin{aligned} x &= \frac{c \sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{z_M} e^{ht} \cos(arctg \frac{y_M}{x_M} - \omega \frac{\ln z_M - \ln c}{h} + \omega t), \\ y &= \frac{c \sqrt{x_M^2 + y_M^2}}{z_M} e^{ht} \sin(arctg \frac{y_M}{x_M} - \omega \frac{\ln z_M - \ln c}{h} + \omega t), \\ z &= c e^{ht}. \end{aligned} \quad (9)$$

Параметричні рівняння поверхні як сім'ї просторових спіралей конгруенції (1), що проєкціюють лінію

$$x = f(w), \quad y = \varphi(w), \quad z = \psi(w) \quad (10)$$

отримаємо підстановкою правих частин (10) замість x_M , y_M , z_M до (9):

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\sqrt{f^2(w) + \varphi^2(w)}}{\psi(w)} ce^{ht} \cos\left(\arctg \frac{\varphi(w)}{f(w)} - \omega \frac{\ln \psi(w) - \ln c}{h} + \omega t\right), \\
 y &= \frac{\sqrt{f^2(w) + \varphi^2(w)}}{\psi(w)} ce^{ht} \sin\left(\arctg \frac{\varphi(w)}{f(w)} - \omega \frac{\ln \psi(w) - \ln c}{h} + \omega t\right), \\
 z &= ce^{ht}.
 \end{aligned}$$

Поверхні (11) називають спіральними [5]. Їм притаманна властивість, яка випливає із властивостей просторових спіралей [5]: лінія (10), що здійснює спіральне переміщення при змінному t , бере участь у подібному перетворенні з коефіцієнтом, пропорціональним t і з центром у вершині конусів (у початку координат). Віднесемо поверхню (11) до криволінійних координат w, z . Прологарифмуємо третє рівняння (11):

$$\ln z = \ln c + ht, \text{ звідки } t = \frac{\ln z - \ln c}{h}.$$

Підставимо цей вираз t , а також вираз z з третього рівняння (11) до перших двох рівнянь. Отримаємо:

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\sqrt{f^2(w) + \varphi^2(w)z}}{\psi(w)} \cos\left(\arctg \frac{\varphi(w)}{f(w)} - \omega \frac{\ln \psi(w) - \ln z}{h}\right), \\
 y &= \frac{\sqrt{f^2(w) + \varphi^2(w)z}}{\psi(w)} \sin\left(\arctg \frac{\varphi(w)}{f(w)} - \omega \frac{\ln \psi(w) - \ln z}{h}\right), \\
 z &= z.
 \end{aligned}$$

Приклад 1. Скласти параметричні рівняння спіральної поверхні як сім'ї променів конгруенції просторових спіралей, що проєкціюють кардіоїду

$$x = a(1 + \cos w) \cos w, \quad y = a(1 + \cos w) \sin w, \quad z = b.$$

(13)

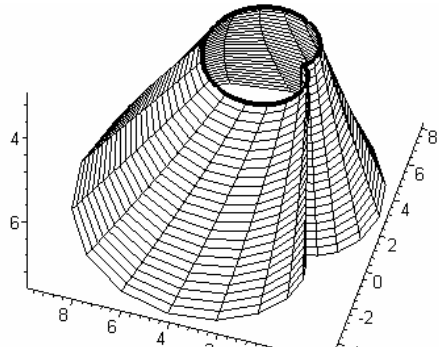
Засобами комп'ютерної графіки візуалізувати поверхню, виділивши лінію (13).

Розв'язання. Підстановкою правих частин (13) замість $f(w), \varphi(w), \psi(w)$ до (12) отримаємо

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{a(1 + \cos w)}{b} z \cos\left(w - \omega \frac{\ln b - \ln z}{h}\right), \\
 y &= \frac{a(1 + \cos w)}{b} z \sin\left(w - \omega \frac{\ln b - \ln z}{h}\right), \\
 z &= z -
 \end{aligned}$$

шукані параметричні рівняння шуканої поверхні.

На рис. 1 показано спіральну поверхню (14) з виділеною на ній кардіоїдою (13). Вхідні дані $a = 2$, $b = 3$, $h = 1,5$, $\omega = 0,75$, $3 \leq z \leq 7,5$, $0 \leq w \leq 2\pi$.



Приклад 2.

параметричні рівні

просторових спіралей, що проєкціюють пряму

$$x = w, \quad y = 0, \quad z = kw + a.$$

(15)

Засобами комп'ютерної графіки візуалізувати поверхню, виділивши прямую (15) і спіральну проєкцію поверхні на площину $z = b$.

Розв'язання. Параметричні рівняння шуканої поверхні отримаємо підстановкою правих частин (15) замість $f(w)$, $\varphi(w)$, $\psi(w)$ до (12):

$$x = \frac{wz}{kw + a} \cos\left(\omega \frac{\ln z - \ln(kw + a)}{h}\right),$$

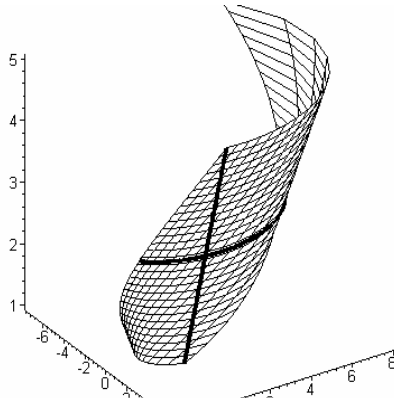
$$y = \frac{wz}{kw + a} \sin\left(\omega \frac{\ln z - \ln(kw + a)}{h}\right),$$

$$z = z.$$

(16)

Параметричні рівняння спіральної проєкції поверхні (16) на площину $z = b$ отримаємо як лінію перетину поверхні (16) з площиною $z = b$. Для отримання достатньо підставити b замість z до рівнянь (16).

На рис. 2 показано поверхню (16), на якій виділено прямую (15) і спіральну проєкцію на площину $z = b$. Вхідні дані: $k = 1$, $a = -1$, $\omega = 1$, $h = 2$, $2 \leq w \leq 6$, $1 \leq z \leq 5$, $b = 3$. Поверхня (рис. 2) є лінійчаста з напрямними: вісь OZ , спіраль, невласне коло, подане напрямним конусом.



*Рис. 2. Спіральна поверхня,
що проєкціює пряму на площину $z = 3$*

Висновки. Наведений аналітичний спосіб формування поверхні складної форми шляхом криволінійного проєкціювання довільної лінії у загальному випадку, представленій параметричними рівняннями, має прозору геометричну основу і вільний від процедур усунення параметрів, оскільки в ньому застосовуються лише підстановки.

Список літератури

1. Тевлин А.М. Преобразование конгруэнций // Кинематические методы конструирования технических поверхностей: Труды МАИ. – Вып. 213. – М.: 1970. – с. 158-171.
2. Скидан И.А., Зверева С.А. Компьютерная модель спиральной поверхности // Прикладная геометрия и инженерная графика – Вып. 60. Киев, КДТУБА, 1996. – с. 50-52.
3. Солоненко М.П., Тевлин А.М. Спирально-винтовое проецирование. // Кинематические методы конструирования технических поверхностей: Труды МАИ. – Вып. 213. – М.: 1970. – с. 118-120.
4. Кириллов С.В. Параметрические уравнения некоторых спироидальных поверхностей. // Кибернетика графики и прикладная геометрия поверхностей. / Тематический сборник научных трудов института. Вып. 296, М.: МАИ. 1974 г. – с. 81-85.
5. Колычева Л.А. Применение винтового проектирования в сочетании с шаблоном-калькой при решении некоторых задач // Начертательная геометрия / Сборник трудов ВЗПИ. Вып. 93. – М.: 1974. С. 45-50.

Відомості про авторів

Бачурін Леонід Леонідович – старший викладач кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Бачуріна Ярослава Павлівна – асистент кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Браташ Олена Олексіївна – асистент кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Булавіна Ірина Анатоліївна – студентка магістратури кафедри економіки і менеджменту КП ДонНТУ.

Васенін В.В.

Ващенко Василь Іванович - кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ.

Вінник Олена Олександрівна – асистент кафедри природничих наук КП ДонНТУ.

Вірич Світлана Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інженерної механіки КП ДонНТУ.

Воронов Максим Ігорович - студент магістратури кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ .

Ганза Артем Іванович – старший викладач кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Горячева Тетяна Володимирівна – старший викладач кафедри інженерної механіки КП ДонНТУ.

Гулай Олександр Олександрович – студент КП донНТУ.

Жимчича Іван Михайлович - кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ.

Зверєв О.М. – студент КП ДонНТУ.

Іванченко Анатолій Анатолійович – студент магістратури кафедри економіки і менедж-менту КП ДонНТУ.

Ісаєнков Олександр Олександрович – старший викладач кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Калиниченко Валерій Вікторович – старший викладач кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Касьяненко А.В.

Кишкань Максим Олександрович - студент магістратури кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ .

Кодунов Борис Олексійович - кандидат технічних наук, .доцент кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ.

Кольчик Євген Іванович – доктор технічних наук, провідний науковий співробітник ІФГП НАН України.

Кольчик Ганна Євгеніївна – аспірант ІФГП НАН України.

Кондратенко Віктор Григорович – кандидат технічних наук , доцент., доцент кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Куцерубов Валерій Михайлович - кандидат технічних наук , доцент, .доцент кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Лаппо Ірина Миколаївна – асистент кафедри інженерної механіки КП ДонНТУ.

Лисенко Світлана Миколаївна – кандидат економічних наук, доцент, завідувач кафедри економіки і менеджменту КП ДонНТУ.

Лобков Микола Іванович – кандидат технічних наук, доцент, докторант ІФГП НАН України.

Ляшок Ярослав Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри геотехнологій і охорони праці, директор Красноармійського індустріального інституту ДонНТУ.

Ляшенко Тетяна Ігорівна – студентка магістратури кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ .

Надсєв Євген Ілліч – старший викладач кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Наджарян Марат Анатолійович – студент КП ДонНТУ.

Нємцев Едуард Миколайович – старший викладач кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Нємцева Наталія Сергіївна – асистент кафедри соціально-гуманітарної підготовки КП ДонНТУ.

Нестеренко Василь Миколайович – кандидат технічних наук , доцент, доцент кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Нефьодов В.Е.

Ніконюк Юрій Васильович – студент магістратури кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ

Носач Олександр Костянтинівич – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ,.

Папаика Ганна Андріївна – студентка магістратури кафедри економіки і менеджменту КП ДонНТУ.

Петелін Едуард Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Рєвва Володимир Миколайович – доктор технічних наук, завідувач відділом ІФГП НАН України.

Рязанцев Антон Миколайович – студент КП ДонНТУ.

Рязанцев Микола Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ.

Рязанцева Надія Арсентіївна – старший викладач кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ.

Сергієнко Людмила Григорівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри природничих наук КП ДонНТУ, декан ФТОВ КП ДонНТУ.

Сергієнко Микола Іванович – провідний фахівець АУП КП ДонНТУ.

Сидоренко Антон Олександрович - студент магістратури кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ .

Сименко Олена Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної механіки КП ДонНТУ, заступник декана ФТОВ КП ДонНТУ.

Скрипка В'ячеслав Михайлович – старший викладач кафедри економіки і менеджменту КП ДонНТУ.

Соловйов Генадій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ДонНТУ.

Терянік Віктор Іванович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геотехнологій і охорони праці КП ДонНТУ.

Хузіна Ганна Каміліївна – студентка КП ДонНТУ.

Широков Роман Ігорович - студент магістратури кафедри розробки пластових родовищ КП ДонНТУ .

Школярєнко Ольга Олександрівна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки і менеджменту КП ДонНТУ.