

*В.Т. Мірошніченко, Донбаський державний технічний університет*

*О.В. Моїсеєнко, Донбаський державний технічний університет*

**ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ ВИМІРІВ,  
ФАЛЬШИВОЇ ПОКРІВЛІ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ  
НА ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ ЗРУШЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ**

В.Т. Мірошніченко, О.В. Моїсеєнко

До питання впливу похибок маркшейдерських вимірів, фальшивої покрівлі та гідрогеологічних умов на параметри процесу зрушення земної поверхні

У статті розглянуто питання впливу похибок маркшейдерських вимірів, фальшивої покрівлі та зміни водного режиму в підробленій товщі порід на кутові параметри мульди зсуву на земній поверхні.

*Ключові слова:* мульда зсуву, маркшейдерська зйомка, фальшива покрівля, кути зсуву.

В.Т. Мирощниченко, Е.В. Моисеенко

К вопросу о влиянии погрешностей маркшейдерских измерений, ложной кровли и условий гидрогеологии на параметры процесса сдвижения земной поверхности

В статье рассмотрены вопросы влияния погрешностей маркшейдерских измерений, ложной кровли и изменения водного режима в подработанной толще пород на угловые параметры мульды сдвижения на земной поверхности.

*Ключевые слова:* мульда сдвижения, маркшейдерская съёмка, ложная кровля, углы сдвижения.

Охорона різного роду споруд на земній поверхні від шкідливого впливу підземних гірничих робіт є одним з головних завдань маркшейдерської служби при розробці як вугільних, так і рудних родовищ [1].

Підземний видобуток порушує стабільність масиву гірничих порід, від тих, що налягають над виїмковим простором і до земної поверхні. Початок спостережень за зрушеннями було покладено в Німеччині, у наслідок чого були прийняті Дормутські правила охорони, які по мірі поширення розробок, зміни

геологічних та інших умов удосконалювалися та уточнювалися. Змінювалися й прийоми натурних та теоретичних досліджень за процесом зрушення. Деякі теорії були спростовані, деякі стали фундаментальними.

Зрушення гірничих порід та земної поверхні над підземними гірничими роботами вивчаються вченими вже більше двох сторіч [1; 5; 7; 9; 11; 17; 19; 21; 36; 48]. Різноманітність гірничо-геологічних, гідрогеологічних, стратиграфічних, топографічних ситуацій та їх сполучень змінює бачення цього процесу, як за часовими, так і за геометричними параметрами [3; 6; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 22]. Не завжди прийняті кутові параметри процесу зрушення [15] та методи розрахунку деформацій у мульді зрушення [7; 10; 11; 20] відповідають фактичним. Уявлення про процес зрушення, його теоретичні розробки та прийняття певних його параметрів із затвердженням їх в нормативних документах [15] є тільки наближеними до істини. Застосування методу аналогій [9] також є не завжди виправданим. Пошук раціональних зерен у суцільній масі досліджень є закономірним та необхідним [12; 22; 28; 29; 36; 38].

В останні роки цей пошук спрямований на уточнення, насамперед, кутових параметрів процесу зрушення, що визначають площу мульди зрушення на земній поверхні, в тій чи іншій мірі зачепленій процесами деформацій. Це пов'язано з побудовою охоронних ціликів для охорони вертикальних шахтних стволів, що пересікають світу пластів [13], нафтопроводів, газопроводів та інших промислових об'єктів, що мають значну протяжність з невизначеною точкою надійного закріплення, і де відсутні всі види деформацій [49; 50]. Такі споруди, коли попадають під різноманітними кутами до руху вугільного вибою в різних частинах мульди зрушення, піддаються впливу від зовсім інших навантажень, ніж житлові чи промислові споруди з розмірами прогонів, значно меншими полумульди зрушення. Визначення істинної довжини лінійної споруди, що потрапила в зону зрушення, а також визначення стійкості відкосів у зонах зрушення на цей час розглядаються неоднозначно, як з боку розробників надр, так і з боку організацій, що експлуатують лінійні незаглиблені споруди [24; 25]. Пильну увагу до цього питання приділяють

також працівники аграрного сектора та екологічної служби [37]. Руйнування лінійної споруди навіть за межею зони шкідливого впливу, що побудована за прийнятими нині Правилами [15], не приймаються до уваги розробниками надр, а відшкодування за екологічні наслідки в останні роки не є обов'язковими [25].

Розгляд питання про уточнення величин параметрів процесу зрушення над вугільними розробками в Донбасі є назрілою й необхідною темою. На це вказують багато дослідників. Так, В.І. Мякенький [26] відзначає недостатню увагу до визначення граничних кутів зі зміною гірничо-геологічних умов. Відповідно до існуючих нормативних документів [15] граничні кути приймаються як характеристики фізико-механічних властивостей вугленосної товщі й для групи родовищ вважаються постійними. Відповідно до [15] критеріями для визначення граничних кутів є граничні значення нахилів  $[i] = 0,5 \cdot 10^{-3}$  і деформацій  $[e] = 0,5 \cdot 10^{-3}$ . Розглянувши динаміку зміни параметрів зрушення від довжини напівмульди й потужності шару, що виймається (рис.1), В.І. Мякенький пропонує значення граничних кутів, отриманих за критерієм нахилів, визначити в межах  $\delta_{0i \max} = 90^\circ + \arctg d / H \geq \delta_{0i \min}$ , тобто від  $65^\circ$  для корінних порід до  $45^\circ$  для наносів.

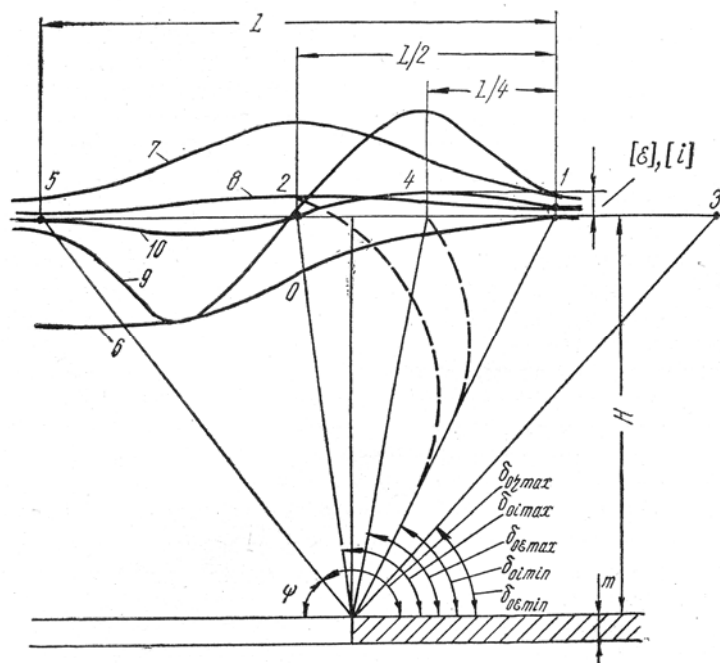


Рис.1. Вертикальний переріз мульди зрушення

Аналіз за критерієм значень деформацій  $[e] = t0,5 \cdot 10^{-3}$  показав, що для наносів, крайнє вбік непорушеного масиву положення точки з граничними значеннями буде в точці 3, що також робить граничний кут менше на  $5 \div 10^\circ$ .

Дослідженнями встановлено [26], що для визначення граничних кутів необхідно вибрати величину осідань земної поверхні, що дорівнює 15мм. А.Н. Медянцев і Ю.В. Посильний [11] пропонують для розрахунків величин деформацій земної поверхні прийняти коефіцієнти перевантаження, сутність яких полягає в детальному обліку гірничо-геологічних умов. Цю методику застосували співробітники УкрНІМІ при видачі висновку про розрахунок деформацій земної поверхні в районі прокладення нафтопроводу Лисичанськ – Тихорецьк при відпрацьовуванні пласту  $k_8$  на горизонтах 700–760 м. Для розрахунку застосована програма „PLAST” [24; 25].

Дослідження з удосконалення методики визначення граничних кутів зрушення для оконтурювання на земній поверхні реальної техногенно-екологічної мульди, у межах якої можливі деформації схилів і трубопроводів, є актуальними. Проблема виникла при підробці нафтопроводу Лисичанськ–Тихорецьк 4-ю Східною зворотною лавою по пласту  $k_8$ , горизонту 730 м шахти Тошківська [24]. У 1997 році лавою був підроблений нафтопровід на пікетах 18–19. Нафтопровід у цьому місці прокладений по сильно перетятій місцевості з двома балками глибиною до 50 м. Схили балок складені глинистими відкладеннями. На ступінь стійкості ґрунтових мас, на думку авторів Рекомендацій [25], впливають не гірничі роботи, а ґрунтові й анізотропні води, відсутність рослинного покриву з розорюванням схилів.

У травні 1996 р. на 21 км у сел. Нижній відбулася аварія нафтопроводу. Місце аварії, за твердженням авторів „Рекомендацій”, перебуває за межами впливу гірничих робіт у 400 метрах від розрізної печі 4-ї Східної лави пласту  $k_8$ . Руйнування труби викликане зсувом, що супроводжувався утворенням тріщин відколу на верхній брівці, уступів і терас [50].

Виконані інженерні дослідження в районі аварії на нафтопроводі у вигляді восьми спеціальних свердловин, аналізу ґрунтів і вод показали, що на

глибині 8 м залягають щільні тріасові глини. По підніжжю цих глин відбувся зсув частини схилу довжиною близько 150 м з утворенням уступу 1,5 м. Уся ширина фронту зсувного язика складала 150–200 м. Унаслідок цього, вище уступу на відстані близько 100 м, відбувся розрив труби нафтопроводу на поворотному зварювальному стику з розтином труби близько 10 мм і по стику навколо труби близько 400 мм.

Незважаючи на те, що автори „Рекомендацій” пояснюють розрив труби неякісним зварюванням стику, на нашу думку, ініціюючою все-таки є підробка нафтопроводу лавою по пласту  $k_8$ . При цьому необхідно врахувати думки багатьох авторів [26; 37] про те, що граничні кути в техногенно-екологічній мульдї зрушення повинні прийматися більш пологими, ніж ті, що рекомендуються Правилами [15]. Крім цього, необхідно з'ясувати інші причини, що сприяють прийняттю помилкових рішень щодо встановлення границь мульди, за межами яких гірничі роботи не впливають на стійкість як зсувонебезпечних схилів, так і нескінченно протяжених лінійних заглиблених споруджень типу нафтопроводів.

На нашу думку, причиною неоднозначного визначення меж мульди можуть бути:

1. Помилки визначення положення вибою розрізної печі, що викликані накопиченням похибок у маркшейдерських зйомках, як на земній поверхні, так і в гірничих виробках [30–35; 46].

2. Збільшення максимальної потужності пласту, що виймається, за рахунок наявності в покрівлі лави й у підготовчих виробках фальшивої покрівлі [47].

3. Відкачка води з шахти з утворенням депресійної воронки, що перевищує по площі мульду зрушення над окремою лавою [6; 10; 27; 28; 29; 30; 37].

4. Пологопадаючі великі тектонічні порушення з утворенням у масиві й по виходу їх на поверхню ослаблених зон, і погоджено падаючі тріщини, що опірюють ці тектонічні порушення [3; 4; 7; 13; 19; 20; 22; 29; 43].

5. Наявність у приконтурній зоні мульди зрушення балок з водотоками і великим перепадом висот, а також зсувонебезпечних схилів у межах депресійної воронки.

6. Гідротехнічні спорудження, заглиблені трубопроводи, що ініціюють обводнювання наносів.

7. Значна інфільтрація атмосферних вод у наноси й кам'яновугільні відкладення.

8. Старі гірничі виробки, затоплені й слабо розвідані.

Розглянемо деякі положення. Відповідно до інструкції [12] типові спостережні станції для контролю за зрушенням земної поверхні закладаються по головних перетинах у мульді зрушення по простяганню й по падінню. За результатами спостережень будуються розрізи, по яких визначають кутові параметри зрушення. Звичайно для побудови розрізів використовуються сполучені плани гірничих робіт і земної поверхні [12; 48]. На них наносять репери станції й вибій лави на момент закінчення робіт у лаві і спостережень. Неточності визначення координат реперів на земній поверхні і вибою лави можуть призвести до похибок визначення кутових параметрів зрушення. При цьому в ідеальному варіанті погрішності виконання комплексу вимірювань на поверхні менше, ніж погрішності маркшейдерських вимірів у шахті. Але, як показав досвід роботи з геодезичними мережами, їхнє первісне положення, у силу певних умов, змінюється [46; 59; 60]. При цьому, як поверхневі, так і підземні опорні пункти (знаки) змінюють своє планове положення, а лінії між ними – азимутальний напрямок. Через те, що комплекси зйомок ув'язані між собою орієнтирно-сполучними зйомками через вертикальні і похилі стволи, то і цей вид зйомок також впливає на погрішності підземних зйомок. У маркшейдерській справі існує поняття „віддалена” точка. При виборі методики зйомки й інструментів робиться предрахунок положення цієї точки з урахуванням усіх похибок. У контексті розглянутого питання такою точкою є середня частина очисного вибою лави К. На нашу думку основними джерелами

для накопичення помилок у визначенні положення вибою лави в шахті і реперів на поверхні можуть бути:

- зміна положення опорних пунктів на земній поверхні внаслідок їх підробки;
- попадання пунктів опорної мережі на поверхні і реперів у депресійну воронку внаслідок відкачки підземних вод у дуже великих обсягах;
- лінійні і кутові погрішності в ходах на поверхні, що пов'язані з нутацією опорної мережі;
- помилки орієнтування і примикання через вертикальні й похилі стволи;
- зсув у просторі опорної підземної мережі пунктів унаслідок зрушення гірничих порід;
- накопичення помилок кутових і лінійних маркшейдерських вимірів при визначенні координат віддаленого пункту у вибої лави;
- відсутність надійного контролю за положенням опорної мережі як на поверхні, так і в шахті [69].

Відомо [23; 35; 54; 59; 60], що планово-висотне обґрунтування на земній поверхні створюється методами триангуляції, полігонометрії, трилатерации, системами ГЛОНАС та ін. з використанням супутників. Кожен метод має свої позитивні й негативні боки, особливо якщо пункти мереж знаходяться в зонах впливу підземних гірничих робіт: відкачка вод, підробка земної поверхні, затоплення шахт і пов'язана з цим процесом активація зрушення гірських порід і земної поверхні далеко за межами гірничого відводу шахти чи групи шахт.

При довжині шахтного поля по простяганню до 10 км і площі гірничого відводу 20–40 км<sup>2</sup>, стежити за станом опорної мережі важко і переміщення її залишаються непоміченими. Багато дослідників відзначають, що переміщення пунктів існують [32–34]. Інструкції [23; 61, с. 86] вимагають, щоб положення віддаленого пункту не перевищувало 0,8 м у плані. За інструкцією [23] установлюються терміни переспостереження до 15 років. Пропонується [59]

переспостереження поверхневої опорної мережі робити після виходу пункту з зони зрушення.

За інструкцією [23] рекомендується закладку опорних пунктів робити на території проммайданчику шахти. Але, як встановлено дослідженнями за стійкістю стволів шахт [6; 13; 21; 27; 56; 62], проммайданчики також зазнають зрушень.

Визначення координат реперів на земній поверхні до вибою лави робляться з помилками:

$$\begin{aligned} M_{x_R}, M_{y_R}, M_{z_R} \\ M_{x_{заб}}, M_{y_{заб}}, M_{z_{заб}} \end{aligned} \quad (1)$$

У цілому ці похибки складаються з:

$$M_x = \pm \sqrt{m_{x\beta}^2 + m_{xd}^2} \quad (2)$$

$$M_y = \pm \sqrt{m_{y\beta}^2 + m_{yd}^2} \quad (3)$$

$$M_z = \pm \sqrt{m_{геом}^2 + m_{триг}^2} \quad (4)$$

де  $m_{x\beta}$ ,  $m_{y\beta}$  – похибки в координатах точок за рахунок вимірювання горизонтальних кутів;

$m_{xd}$ ,  $m_{yd}$  – похибки в координатах точок за рахунок вимірювання довжин;

$m_{геом}$  – похибки геометричного нівелювання;

$T_{триг}$  – похибки тригонометричного нівелювання.

Але це тільки частина помилок, випадкових чи систематичних. У ракурсі розглянутого питання про вплив рухомості пунктів обґрунтування варто виділити два напрямки – планові зміни положення пунктів і азимутальні. При цьому, узяті нами для прикладу два пункти можуть переміщатися в силу різних причин на десятки дециметрів навколо свого положення. Від величини переміщення і перекосу від початкового взаємного орієнтування змінюється азимут створу між ними.



Д.А. Казаковський [9], В.І. Башмаков [29], А.В. Катаєв [32], І.Н. Ушаков [48] відзначають, що координатне переміщення опорного пункту на величини  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , будучи первісною основою накопичення помилок, практично в незмінному виді передаються на координати  $X$  и  $Y$  реперів чи вибою. Азимутальна ж зміна створу двох початкових пунктів приводить до більш істотних помилок у положенні координат реперів спостережної станції і вибою лави. Як указує В.Г. Ларченко [17; 18], пункти опорного обґрунтування, що потрапили в мульду зрушення, особливо на її межах з проммайданчиком шахти, можуть одержати переміщення до 0,6–0,8 м. Такі тріщини зафіксовані ним над гірничими роботами однієї із шахт Павлоградвугілля. А.Н. Месянцев, А.І. Мазурова [10], Ю.Н. Гавриленко [54], А.Г. Акимов, С.П. Колбенков, В.Н. Земисев [3; 4] відзначають також, що в межах мульди зрушення, та іноді за її розрахованими границями, утворюються як тріщини, так і уступи, тобто характер осідання земної поверхні далеко не плавний, як це прийнято розуміти при передрахунку зрушень [41].

Узявши, у якості вихідних дослідження названих вище авторів, припустимо, що вихідні опорні пункти розійшлися на 0,6–0,8 м, а відстань між ними (пункти полігонометричного ходу) складає 150–200 м. При відході від початкового положення одного пункту кутлова похибка створу складе  $25 \div 30''$ . При взаємному їхньому переміщенні в протилежні сторони, у визначених умовах, кутлова похибка створу між ними може досягти 10–15'. Тоді їх переміщення внесе лінійну похибку  $\Delta \ell$  у положення координат цікавлячих нас реперів і вибою й її можна розрахувати за формулою [8; 48]

$$\Delta \ell = \frac{\varepsilon \cdot \ell}{\rho} \quad (5)$$

де  $\ell$  – замикаюча довжина між опорним пунктом і репером станції;

$\varepsilon$  – кутлова зміна початкового положення між опорними реперами;

$$\rho = 206265'' = 3438' .$$

З урахуванням формули (5) помилка в координатах за рахунок  $\Delta \ell$  розкладеться на осі як  $M_{x\Delta \ell}$  і  $M_{y\Delta \ell}$  і тоді формули (2) і (3) можуть бути

представлені в наступному виді, що враховує кутовий зсув створу опорних реперів

$$M_x = \pm \sqrt{m^2_x \beta + m^2_x d + m^2_x \Delta \ell}; \quad (6)$$

$$M_y = \pm \sqrt{m^2_y \beta + m^2_y d + m^2_y \Delta \ell}. \quad (7)$$

Використовуючи формулу (5), зробимо розрахунок  $\Delta \ell$  для одного з конфліктних випадків між нафтовиками й вуглярами [24; 25; 49; 50]. За вихідні величини приймаємо  $\varepsilon = 15'$ ,  $\ell = 5300$  – відстань від проммайданчику шахти Тошківська до спостережної станції, чи до границі впливу гірничих робіт на земній поверхні,  $\rho' = 3438'$ . Тоді  $\Delta \ell = 23,1$  м, тобто приблизно дорівнює одному інтервалу між реперами спостережної станції. Вирішивши також задачу накопичення похибок у вільному теодолітному ході на земній поверхні за методикою, наданою в підручнику Маркшейдерська справа, частина 2, (8.IV.1.4) можемо відзначити, що помилка в положенні визначення координат реперів спостережної станції зросте за рахунок кутових і лінійних вимірів. Якщо прив'язуватись до реальних умов поверхні, то до вищерозглянутих джерел накопичення помилок додадуться й помилки вимірів вертикального кута. Тоді формули 2 і 3 в розкритому вигляді набагато ускладняться:

$$M_{xR}^2 = M_{xсдв.гор.от реп.}^2 + M_{xR\beta}^2 + M_{xR\delta}^2 + M_x^2 R \ell + M_x^2 сдвиз \quad (8)$$

$$M_{yR}^2 = M_{yсдв.гор.от реп.}^2 + M_{yR\beta}^2 + M_{yR\delta}^2 + M_{yRe}^2 + M_y^2 сдвиг \quad (9)$$

де  $M_{xR}$ ,  $M_{yR}$  – загальні помилки положення реперів і усіх джерел по осях X і Y;

$M_{xсдв.гор.от реп.}$ ,  $M_{yсдв.гор.от реп.}$  – погрішності зрушення вихідного опорного пункту в мульдї зрушення;

$M_{xR\beta}$ ,  $M_{yR\beta}$  – погрішності від виміру горизонтальних кутів, включаючи погрішності центрування теодоліта і візирних марок, наведення, відлічування й особистих помилок спостерігача, а також за рахунок погодних умов, освітленості, температури повітря тощо.

$M_{xR\delta}$ ,  $M_{yR\delta}$  – погрішності за рахунок виміру вертикальних кутів, що використовують для одержання горизонтальних проложень при визначенні координат і  $X_R$  и  $Y_R$  за формулами:

$$X_R = X_{\text{опорн. пункт}} + l_i \cos \alpha_1 + \left( \frac{l^2}{\cos \delta} \right) \cos \alpha_2 + \dots + \left( \frac{l^n}{\cos \delta_n} \right) \cdot \cos \alpha_n \quad (10)$$

$$Y_R = Y_{\text{опорн. пункт}} + l_i \sin \alpha_1 + \left( \frac{l^2}{\cos \delta} \right) \sin \alpha_2 + \dots + \left( \frac{l^n}{\cos \delta_n} \right) \cdot \sin \alpha_n \quad (11)$$

де  $X_{\text{опорн. пункт}} = X_{\text{ист}} \pm \Delta X$  за зрушення пункту;

$Y_{\text{опорн. пункт}} = Y_{\text{ист}} \pm \Delta Y$  за зрушення пункту;

$l_i$  – відстань між точками теодолітного ходу на поверхні;

$\alpha_i$  – дирекційні кути сторін;

$\delta$  – вертикальні кути;

$\frac{l^n}{\cos \delta_n}$  – горизонтальне проложення сторін, і далі;

$M_{xR\delta}$ ,  $M_{yR\delta}$  – погрішності за вимір вертикальних кутів, що в прямому розрахунку використовуються у вищенаведених формулах (10) и (11);

$M_{xRl}$ ,  $M_{yRl}$  – погрішності виміру довжин ліній сталевими компарованими рулетками прямо й назад;

$M_{x\text{сдв.}\varepsilon}$ ,  $M_{y\text{сдв.}\varepsilon}$  – помилки положення репера спостережень станції R за рахунок азимутального зрушення, що спрямований між двома вихідними пунктами в процесі їхнього переміщення в зонах впливу гірничих робіт.

За вищевикладеними теоретичними передумовами, заснованими на припущенні відходу від початкового положення опорних пунктів унаслідок їх потрапляння в зони зрушення (не тільки від підземних робіт, але й від зниження рівня вод унаслідок відкачки чи затоплення гірничого простору), положення реперів спостережної станції буде визначено з помилкою в десятки метрів.

Далі звернемо увагу на можливі помилки визначення лінії вибою лави за рахунок орієнтування зйомок.

Орієнтування підземних зйомок здійснюється через 1, 2 вертикальних стволи, через похилі стволи чи в сполученні стволів. Звичайно такі стволи будуються в центрі шахтного поля.

Відповідно до Інструкції [23] орієнтування повинне проводитися від підхідних пунктів – пункти полігонометрії чи тріангуляції, розташованих на визначеній відстані від стволів. І, хоча ця ж Інструкція рекомендує закладати опорні пункти на проммайданчику, більшість з них у минулі десятиліття були закладені за межами і, природньо, попадали в зони зрушення. Як указує Д.А. Казаковський [8], проведення двох орієнтувань, через один і через два стволи з визначеним контролем по дирекційному куту опорної підземної мережі (не більш 2') дає можливість усі види робіт у шахті проводити з належною точністю. При довжині крила шахти в 5 км окремих теодолітний хід може дорівнювати 8000 км. Використовуючи формулу (5), можна підрахувати, що при 2' погрішності в орієнтуванні положення віддаленої точки К в цих умовах визначиться з погрішністю  $\pm 4,6$ м.

Через незалежність лінійних і кутових вимірів і приймаючи теодолітний хід дуже непростой форми, можна припустити, що похибка віддаленого пункту, у гірничих виробках (у нашому випадку це середня точка вибою лави чи стовпа, над яким закладена спостережна станція) буде визначена за формулами 12, 13:

$$M_{xk}^2 = M_{xk\beta}^2 + M_{xk\alpha}^2 + M_{xk\ell}^2 \quad (12)$$

$$M_{yk}^2 = M_{yk\beta}^2 + M_{yk\alpha}^2 + M_{yk\ell}^2 \quad (13)$$

чи, після графо-аналітичних перетворень

$$M_{xk}^2 = \frac{m^2\beta}{\rho^2} \sum_{i=1}^n R_{yi}^2 + \frac{m^2\alpha}{\rho^2} L_y^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^{n+1} li \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 L_x^2 \quad (14)$$

$$M_{yk}^2 = \frac{m^2\beta}{\rho^2} \sum_{i=1}^n R_{xi}^2 + \frac{m^2\alpha}{\rho^2} L_x^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^{n+1} li \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 L_y^2 \quad (15)$$

де  $m_\beta$  – похибка виміру кутів, хв.;

$m_\alpha$  – похибка визначення дирекційних кутів, хв.;

$L$  – довжина замикаючої між крапками А і К, м;

$R_x, R_y$  – проєкції радіусів  $R_{n-k}$  на осі X і Y, м;

$L_x, L_y$  – проєкції замикаючої  $L$  на осі X і Y, м.

Точка А – початок підземних зйомок від стволів шахти. Точка К – це віддалена точка чи центр вибою лави, від якої визначаються кутові параметри процесу зрушення. Узагальнена середня помилка положення точки К до вугільного вибою лави може бути визначена за формулою:

$$M_k^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^n R_i^2 + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} L^2 + \mu^2 \sum_{i=1}^{n+1} li + \lambda^2 L^2. \quad (16)$$

Спрощена формула  $M_k$  представлена у вигляді:

$$M_k = \sqrt{\mu^2 L + \lambda^2 L^2}, \text{ м} \quad (17)$$

$$\mu = \frac{m}{\sqrt{\ell'}}; \lambda = \frac{m'}{\sqrt{\ell'}} \quad (18)$$

де  $L$  – загальна довжина маркшейдерського ходу, м;

$\ell'$  – довжина одного інтервалу вимірювання довжин, приймається 50 м;

$m$  – випадкова похибка вимірювань одного інтервалу;

$m'$  – систематична помилка виміру одного інтервалу.

Для збільшення точності теодолітних ходів в азимутальному плані застосовуються гіроскопічні вставки. Наявність гіросторін підвищує точність визначення дирекційних кутів сторін, тобто орієнтування їх у просторі, але не впливає на накопичення помилок положення точки К вибою, обумовлених погрішностями лінійних вимірів [61, с. 114–124].

Теоретичні дослідження джерел накопичення помилок у різного роду теодолітних ходах від ствола до вибою лави показують, що накопичення похибок у визначенні положення лави носить складний характер і залежить як від кутових похибок в орієнтуванні, так і кутових і лінійних у теодолітних ходах.

Положення точки К на лінії вибою лави, від якої буде проведена лінія, що обмежує зрушення й обмірювані транспортиром кути зрушення, може бути

також, як і репера на поверхні, визначено з помилкою в кілька десятків метрів у той чи інший бік.

Більш спрощено похибку визначення точки К можна одержати з формули, що визначає ширину бар'єрного цілика між шахтами [43]

$$d = 5m + 0,05H + 0,002L. \quad (19)$$

З цієї формули нас цікавить величина  $0,002L$ , де  $L$  – довжина маркшейдерського ходу.

Це ніщо інше, як припустима лінійна відносна похибка прокладення теодолітного ходу. Так, при довжині ходу 8000 м, величина  $d$  складе  $0,002 \times 8000 = 16$  м. Логічно міркуючи, можна припустити, що це можлива мінімальна величина цієї похибки, з якою визначається положення точки К тільки за вимір довжин ліній у теодолітному ході. Тільки по двох джерелах – орієнтуванню й похибках виміру довжин, сумарне відхилення точки К від ідеального складає порядку 20 м.

Таким чином, якщо ми складемо спільно поверхневі можливі відхилення  $R$  і підземні відхилення точки К, одержимо величину  $\pm(40-50)$  м. Будемо виходити з того положення, що ці відхилення складені нами для найгіршого варіанта.

Наступним джерелом помилок нанесення на план лінії очисного вибою є нестійкість підземного опорного обґрунтування. Багато дослідників звертають увагу на те, що нестійкість підземного маркшейдерського обґрунтування є однією з причин незадовільних результатів збійних робіт між шахтами чи окремими виїмковими блоками шахт, буріння свердловин на визначені точки підготовчих виробок, ускладнюють у цілому процеси гірничого виробництва й рятувальних робіт. На складність побудови опорної мережі у зв'язку з гірничим тиском указують Г.Л. Єремєєв [31], А.В. Катаєв [32]. На особливостях побудови опорних маркшейдерських мереж зупиняється авторський колектив А.Б. Каждан, Ю.П. Комаров, М.Л. Грунін [35]. Дослідження зсувів опорних реперів у шахті проводили Ф.Е. Різницький, В.Т. Орлов [46], А.Н. Медянцев [10], учені Донецька, Дніпропетровська, Алчевська, Стаханова [58; 59].

Деформаціям геодезичної мережі під впливом гірничих робіт присвячена робота А.В. Старицина і В.І. Полоненного [58].

У розглянутих вище роботах немає окремих рекомендацій щодо визначення впливу нестійких пунктів на положення віддаленої точки К.

Однак, використовуючи формулу 5 і приймаючи, що максимальне зрушення гірничої виробки може дорівнювати  $\frac{1}{2}$  її перетину, що не раз спостерігалось, при відстані між пунктами 100 м, кут  $\varepsilon$  може дорівнювати 10–15'. Тоді на наступні теодолітні ходи на відстань до 5000 м похибка  $\Delta\ell$  складе приблизно 20 метрів.

Таким чином, спільний вплив багатьох джерел похибок може призвести до взаємного пересування від істинного становища в плані реперів на земній поверхні і точки вибою лави в середньому на 55 м, що призведе при глибинах 400–500 м до зміни кутів зрушення від 6–8 до 10°. При цьому скористуємося формулою для визначення виправлень у кути зрушення  $\delta$ ,  $\beta$  і  $\gamma$ :

$$\Delta\delta = n\beta = \Delta\gamma = \frac{\Delta\ell_n}{H_n} \cdot \rho' . \quad (20)$$

Тут  $\Delta\delta$ ,  $\Delta\beta$  і  $\Delta\gamma$  – виправлення в кути зрушення за Правилами [15];

$\Delta\ell_n$  – теоретичне взаємне відхилення репера на поверхні R і точки K в вибої лави;

$H_n$  – глибина від поверхні землі до точки K.

Таким чином, ґрунтуючись на теоретичних передумовах зміни кутів зрушення вбік їх зменшення, можна запропонувати для подальших досліджень прийняті за Правилами [15] для Донецького басейну граничні кути зменшити на 10° [62].

Розглянемо припущення інших дослідників. А.Г. Акимов, В.І. Болучевський, К.Б. Куліков [56], прогножуючи стійкість шахтних стволів у Карагандинському басейні, пропонують при побудові ціликів під стволи граничні кути зменшити на 20°. Тільки цілики таких розмірів можуть удержати стволи від деформацій.

Нестійке положення провідників і стінок стволів виявлено в 57 стволах шахт Донбасу, що обстежував В.І. Бакуновець вимірами станцією СІ-4 [64].

В.П. Стукальський і інші дослідники, за результатами спостережень за зрушенням земної поверхні над 7-ого Східною лавою пласта  $K_5$  також відзначають на зменшення кута зрушення на  $7-8^\circ$  з нерівномірними осадками реперів.

В.І. М'якенький, В.Є. Артюхова [26] у статті "О критериях определения граничных углов процесса сдвижения" дали повний аналіз елементів процесу зрушення й на розрізі визначили точку, у якій повинні бути сконцентровані деформації та напруги, що відповідають граничним величинам. Ця точка знаходиться на  $7-10^\circ$  правіше від точки граничного кута, прийнятого за Правилами [15], тобто граничні кути виположуються до  $10^\circ$ .

В.П. Самарин [60], також як і А.Г. Акимов, аналізуючи стан вертикальних стволів з погляду бокового розпору, пропонує зменшити кути зрушення на  $12^\circ$ , і ще на  $12^\circ$  залежно від форми вибою виробки, що практично збігається з пропозицією А.Г. Акімова зменшувати кути зрушення на  $20^\circ$ .

З розглянутого вище матеріалу впливає таке. Тривале існування опорної поверхневої й підземної опорної мережі, її деформація, погрішності орієнтування і прокладки підземних теодолітних ходів приводять до значних похибок у визначенні координат як реперів спостережних станцій на земній поверхні, так і визначенні координат точок вугільного вибою. Це призводить до помилок при побудові розрізів по головних перетинах мульди зрушення й визначенні кутових параметрів процесу зрушення.

Приблизні розрахунки показують, що при сучасних глибинах і довжині маркшейдерсько-геодезичних ходів кутові параметри процесу зрушення визначаються з похибкою більше  $10^\circ$ , що потрібно враховувати при побудові ціликів і охоронних зон для заглиблених трубопроводів і вертикальних стволів. Дослідники по інших басейнах [56] пропонують виположити кути зрушення на величину у  $20^\circ$ .



Для підвищення точності розв'язуваних маркшейдерських задач запропонований Інструкцією [41] час переспостережень через 15 років необхідно зменшити до 10 років, а при підробці пунктів усю мережу переспостерігати після завершення процесу зрушення [59].

Додатковими джерелами відхилення процесу зрушення від норм є фальшива покрівля й гідрогеологічні умови.

Як відомо [14], основними параметрами, що використовуються при розрахунку величини осідання земної поверхні над виробленим простором, є потужність пласту, кут нахилу і розміри виробленого простору

$$h = 0,85 \cdot m \cdot \cos \delta \cdot N_1 N_2 \quad (21)$$

Для розрахунку  $h$  величину  $m$  приймають такою, яку надає геологічна чи експлуатаційна розвідка. Потужність при цьому розділяють на загальну й корисну.

У загальну потужність входять пропластки й присуха невеликої товщини. Однак, іноді в процесі обвалення й виїмки вугілля втручається так звана фальшива покрівля, що складається з різного роду аргилітів з поганою спайністю, неупорядкованою тріщинуватістю й невизначеним поширенням по площі. Фальшива покрівля носить досить поширене явище в геологічній будові Донбасу [42].

Дослідженнями багатьох авторів [47; 56; 64] встановлено, що фальшива покрівля ускладнює процес виїмки вугілля, призводить до неупорядкованого обвалення безпосередньої покрівлі. З погляду предрахунку величини осідання земної поверхні, на нашу думку, вона є одним з факторів активізації процесу обвалення і подальшого зрушення масиву порід і збільшення осідання земної поверхні. Тоді формула (21) може бути представлена у вигляді:

$$h = 0,85(m + m') \cdot \cos \delta \cdot N_1' N_2' , \quad (22)$$

де  $m'$  – потужність фальшивої покрівлі в лаві;

$N_1'$  – поширення її по простяганню;

$N_2'$  – поширення по падінню.

При цьому  $N_1' = N_1 + \Delta N_1$ ,  $N_2' = N_2 + \Delta N_2$ . Коефіцієнти  $N_1$  і  $N_2$ , обрані за значеннями табл. № 21 [15, с. 178], мають бути переглянуті в бік збільшення.

У задачу теоретичних досліджень вплив фальшивої покрівлі над виробленим простором на стійкість земної поверхні й параметри процесу зрушення входить принаймні два питання: наскільки поширене явище фальшивої покрівлі в Донбасі й у якою мірою це явище сприяє процесу зрушення.

Для вирішення цих питань нами взято 25 планів гірничих виробок і проведене вивчення поставлених питань. Методика роботи передбачала виділення на планах лав з великою площею фальшивої покрівлі, з'ясування потужності фальшивої покрівлі, визначення площі лави й фальшивої покрівлі, визначення співвідношень площ і потужності за геологічним даним і з урахуванням фальштвої покрівлі. Виходячи з цих даних визначався відсоток збільшення осідань земної поверхні і вплив сумарної потужності на процес зрушення та його параметри.

Площі на планах гірничих робіт визначалися планіметром з однаковою точністю, що фальшивої покрівлі, що лави. Потужності вугільних пластів усереднювалися. Потужності фальшивої покрівлі визначалися за планами, по структурних колонах і по розрізах.

За результатами обробки планів гірничих робіт визначені такі основні закономірності:

1. Площа фальшивої покрівлі по лавах, що досліджувалися, коливається в межах 16–55% від загальної площі лави.

2. Потужність фальшивої покрівлі в більшості випадків дорівнює 0,5–0,55 м. По окремих лавах вона складає 0,35 м, 0,74 м і навіть більше 1 м, досягаючи локальних величин 15 м. При цьому керування покрівлею здійснювалося „кострами”.

3. Розподіл фальшивої покрівлі по площі розробок має подвійний характер: прогнозований за результатами очисних робіт поруч розташованих лав і підготовчих виробок і непрогнозований, випадковий.

4. Прогноз поширення фальшивої покрівлі по геологорозвідувальних свердловинах дуже важкий, тому що відстань між свердловинами складає 400–600 м.

5. Найбільш несприятливі умови прогнозу фальшивої покрівлі при системі відпрацьовування лава-поверх прямим ходом. При цьому достовірними джерелами інформації є очисні роботи колишніх років, і менш показовими – відкаточний штрек і сам вибій лави.

6. Більш сприятливі умови прогнозу при відпрацьовуванні поверху зворотним ходом з нарізкою підготовчих виробок на всю його довжину чи при панельній підготовці по підняттю.

7. На ділянках лави з фальшивою покрівлею темпи посівання зменшуються на 20–40% у порівнянні з ділянками, вільними від такої покрівлі.

8. Наявність фальшивої покрівлі в лаві з її раптовими обваленнями чи виїмка фальшивої покрівлі комбайном приводить до збільшення потужності пласту, що виймається, у межах  $0,1 \div 0,25$  м.

9. Геометризація та прогнозування розподілу фальшивої покрівлі по перспективних до відпрацьовування ділянкам і по програмних лавах можлива за методом аналогій чи по підготовчих виробках.

10. Розрахунок величини осідання над вугільними вибоями зі складної покрівлею за формулою 2.1 явно занижений і тому пропонується величину осідання над ділянками складної покрівлі робити за формулою 2.2.

11. Аналіз спостережень за зрушенням гірничих порід і земної поверхні по трьох спостережних станціях показав, що процес зрушення над ділянками з несправжньою покрівлею носить нерівномірний характер зі змінами у величинах осідань у більший бік.

Про вплив гідрогеологічного стану масиву гірничих порід і земної поверхні на процеси зрушення й розміри техногенно-екологічної мульди

зрушення говориться в багатьох наукових працях [6; 13; 16; 27; 28; 29; 39]. У процесі еволюції Донбасу на період 1700–1800 років нашої ери в його надрах сформувалася визначена гідрогеологічна рівність. При цьому анізотропні води атмосфери, проникаючи всередину землі, витісняли підземні води, що стікали в ріки по сформованих каналах. При відсутності атмосферних опадів зменшувалася віддача води підземним порожнинам. Процеси входження води в гірничі породи та їхній вихід не проходив безвісти. У земній порожнині утворювалися карсти, земна поверхня при цьому розмивалася, утворювалися зрушення, руйнування берегів рік і балок, зсуви. Проходив природний процес згладжування топографічної поверхні до горизонтального рівня.

В останні 2 сторіччя підсилилася антропогенна діяльність людини як усередині масивів, так і на земній поверхні. Гідродинамічні процеси різко порушилися. Відкачка вод із шахт призвела до осушення боліт, озер і посиленню процесів розмивання як усередині масиву, так і на землі. Навколо кожного джерела відкачки води з надр утворювалася депресійна воронка, у межах якої відбувалося осушення приповерхневого шару земної кори. Вода стала стікати до стволів з великих обсягів гірничих порід і зі значної площі на землі, включаючи й ділянки впливу підземних гірничих робіт так званої мульди зрушення.

За даними І.В. Гармонова, Л.Л. Коноплянцева [6], М.С. Четверик, Е.В. Андрощук [16, с. 56–59], М.С. Четверик, Е.А. Бубкова і ін. [21], під впливом відкачки води, як на рудних, так і на вугільних родовищах відбуваються значні осідання земної поверхні. При цьому в масиві порід відбуваються різні процеси, такі як консолідація по В.І. Башмакову і В.О. Волеймо [29], деформування по В.М. Чуйно [28] і Б.А. Філімонову [27], що зрештою призводить до зрушення земної поверхні [16; 21; 22], деформування стволів і наземних споруд [13], руйнування трубопроводів [24; 25], деформування опорної маркшейдерської поверхневої мережі [21; 57], прориву води в шахту, затоплення підземних виробок при підробці водних об'єктів поверхні [16, с. 56].

Як відзначає д.т.н., проф. М.С. Четверик [16], відбувається утворення депресійної воронки на великій площі з можливим заболочуванням окремих ділянок поверхні над зонами стиску в динамічній мульді.

До несприятливих явищ на земній поверхні призводить і затоплення шахт. Інститутом „Луганськгіпрошахт” був складений проект робіт з інженерного захисту Стахановських груп шахт від підтоплення. Розрахунковим прийнятий радіус депресійної воронки 1475 м [37; 38].

Відкачка вод із шахт Донбасу – технологічно необхідне явище. За годину із шахт відкачують від 20 до 1850 м<sup>3</sup>. По басейнах України водовідлив у тис. м<sup>3</sup> за добу характеризується такими показниками. По всіх шахтах Волинського регіону – 300–350, тис. м<sup>3</sup>/добу, Дніпропетровського – 690–750, Донецького – 1050–1100, Львівського – 1200–1250, Луганського – 1770–1800 тис. м<sup>3</sup>/добу, Що складає в середньому від 50 до 450 м<sup>3</sup>/год. Цифра 1850 м<sup>3</sup>/год приведена для однієї із шахт ПО Стахановвугілля, що залишилися, на частку якої прийшовся варіант збереження такого рівня підземних вод, що не зміг би вплинути на нормальне життя міст Стаханов і Брянка (Луганська обл.). Процес впливу відкачки підземних вод при роботі приблизно 450 шахт Донбасу був вивчений детально. Умова зрушення гірських порід і земної поверхні вивчалися у водопониженому Донбасі, і на базі цих натурних досліджень створювалися Правила охорони споруджень [15; 27; 30; 40]. Були розроблені методи передрахунку осідань і деформацій [38; 39], а також розрахунок зниження рівня вод у межах депресійної воронки. Різними авторами на основі моделювання процесу водозниження й теоретичних досліджень запропоновані формули розрахунку радіусів R депресійних лійок.

Так, Е. Зихардт припустив найбільш просту формулу:

$$R = 300S\sqrt{K}, \text{ м} \quad (23)$$

де S – це величина зниження рівня води, м, що визначалася по вимірах у гідрологічних свердловинах спеціальними замірними приладами;

K – коефіцієнт фільтрації, визначався дослідним шляхом для різних порід, м/сек.

І.П. Кусакін дав більш складну формулу визначення R:

$$R = 575S\sqrt{HK}, \text{ м} \quad (24)$$

де H – потужність водоносного шару, м.

К. Шульце запропонував визначати R по наступній формулі:

$$R = 60\sqrt{\frac{6 \cdot H \cdot K \cdot T}{\mu}}, \text{ м} \quad (25)$$

де T – на год., продовження часу відкачки води.

С. Троянський погодив визначення R з дебітом Q надходження води до місця її забору для відкачки:

$$R = \frac{1,5 \cdot Q}{H \cdot K \cdot i}, \text{ м} \quad (26)$$

де Q – дебіт надходження води, м<sup>3</sup>;

i – природний ухил потоку в масиві.

Ця формула зв'язана з обсягами фіксованої відкачки за умови, що рівень води в місці забору не змінюється, тоді  $Q_{\text{дебіт.}} = Q_{\text{відкачки}}$ , а кут i визначається також як i K – на моделях з еквівалентних матеріалів чи по горизонтах відробки.

Інші автори модернізували зазначені формули. Так, був уточнений коефіцієнт у формулі К. Шульце. Замість 60 надано коефіцієнт 47.

У спеціальній літературі можна знайти формули предрахунку рівня водозниження S у будь-якій точці депресійної воронки по координатах X і Y в умовній системі.

Усі зазначені формули R депресійної воронки мають багато недоліків. Але головною їхньою цінністю є те, що вони вказують на велику площу земної поверхні, що якоюсь мірою просідає й деформується. Притому, як указує І.О. Кошель [49], за 1970–1990 р.р. кількість зсувів по Луганській області зменшилося в кілька разів порівняно з 1945–1949 р.р., коли більшість шахт було закрито.

Як показав аналіз робіт з визначення параметрів процесу зрушення в Донбасі, Львівсько-Волинському басейні, у Павлоградугіллі [14; 17; 18; 22]

спостережні станції до початку проходки стволів над шахтними полями не закладалися. У більшості випадків їх проектували, закладали й спостерігали вже в процесі виїмки вугілля, коли відкачка води вироблялася вже не менш 5 років і депресійна воронка фактично вже утворилася й земна поверхня вже одержала первісні деформації, що в процесі формування депресійної воронки відбилися на стійкості будинків.

Саме зрушення порід і земної поверхні над вугільним вибоєм, що посувається, відбувається принаймні від наступних причин: від відкачки вод і від підробітку гірничими роботами. Сюди, природно, можна додати й систему фільтрації атмосферних вод з вимиванням часток (довгостроковий процес), рух блоків землі. Однак, реально вираженої величини осідання земної поверхні в межах депресійної воронки в Донбасі не спостерігалося. На інших родовищах зафіксоване осідання стволів до 1000 мм і відхід устя ствола від початкового положення до 4 м [36; 61; 62]. Проте, сама постановка питання про додаткові заходи щодо підвищення стійкості стволів у процесі відпрацювання родовищ вугілля говорить про те, що крім зрушення над вибоєм, який рухається, існує хаотичний рух порід убік водозабору, тобто до стволів.

Спочатку до глибини 400 м цілики для охорони стволів і проммайданчиків будувалися по кутах зрушення [15], потім, через багато років, коли вертикальні шахтні стволи поглиблювалися до 600–1200 м, і з глибиною розробки початкові частини стволів стали деформуватися, ВНІМІ запропонував будувати цілики по граничних кутах, що менше від кутів зрушення на 5–10°. Настала черга руйнуватися заглибленим трубопроводам за межами границь мульди, побудованої по граничних кутах. Вертикальні стволи також нестійкі [13]. А.Н. Медянцев і Н.В. Посильний [11] вводять корективи в методику передрахунку зрушень і деформацій земної поверхні над гірничими виробками шляхом введення коефіцієнтів перевантаження.

Таким чином, у роботі розглянуті причини збільшення площі впливу підземних гірничих розробок на земну поверхню. Серед них: джерела нестійкості поверхневого й підземного опорного обґрунтування, вплив

нестійкої фальшивої покрівлі на зрушення над лавою, що обвалюється слідом за виїмковим агрегатом, і в привибійному просторі осушення масиву порід, що зрушується, у процесі відкачки вод з утворенням депресійної воронки всередині масиву. З огляду на те, що при аналізі натурних спостережень за зрушенням земної поверхні по спеціальних станціях не враховується процес обвалення над вентиляційними і відкаточними штреками при наявності фальшивої покрівлі [1; 4; 7; 10], спільний вплив цих джерел зрушення, призводить до збільшення площі земної поверхні, яка піддана зрушенню. Пропонується цю площу називати техногенно-екологічною й визначати її розміри шляхом побудови по техногенно-граничних кутах, значення яких на 5–10° менше граничних кутів, прийнятих за Правилами охорони [15]. Це дозволить більш реально визначати довжини лінійних заглиблених споруджень типу нафтопроводів, що попадають в області техногенно-екологічної мульди, а також прогнозувати можливі зсувні явища від спільної на них дії як підземних робіт, потужності яких змінюються, похибок маркшейдерсько-геодезичних вимірів, так і впливу відкачки вод та затоплення шахт після їх закриття. Останнє питання вимагає додаткових досліджень [39; 40].

Подальша робота буде спрямована на вдосконалення методики спостереження за зрушенням земної поверхні по майданних станціях з урахуванням збільшення мульди зрушення.

### Література

1. **Авершин С. Г.** Сдвигение горных пород при подземных разработках. – М. : Углетехиздат, 1947. – 245 с.
2. **Авершин. С. Г.** Расчет сдвижений горных пород. – Л.–М. : Metallurgizdat, 1950. – 172 с.
3. **Акимов А. Г., Земисев В. Н.** и др. Сдвигение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений. – М. : Недра, 1970. – 224 с.



4. **Акимов А. Г., Колбенков С. П.** О методах учета влияния трещиноватости массива горных пород на процесс сдвижения // Тр. ВНИМИ. – 1961. – Сб. 43. – С. 22–31.

5. **Бахурин И. М.** Сдвижение горных пород под влиянием горных разработок. – Л.–М. : Гостопоиздат, 1946. – 229 с.

6. **Гармонов И. В., Коноплянцев А. А., Котлов Ф. В.** Оседание земной поверхности в связи с интенсивной откачкой подземных вод, эксплуатацией месторождений нефти и газа // Некоторые вопросы теории прогноза оседаний. – Вып. 17. – М. : Изд-во ВНЭСМ, 1965. – 61 с.

7. **Земисев В. Н.** Принципы расчета вероятных сдвижений и деформаций земной поверхности под влиянием подземных выработок // Тр. ВНИМИ. – 1973. – Сб. № 108. – С. 40–45.

8. **Казаковский Д. А., Белоликов А. Н., Кротов Г. А.** и др. Маркшейдерское дело. Ч. II. – М. : Недра, 1970. – 560 с.

9. **Казаковский Д. А.** Метод аналогий в вопросах сдвижения горных пород // Тр. ВНИМИ. – 1950. – Сб. № 22. – 440 с.

10. **Медянцев А. Н., Мазурова А. И.** Определение исходных параметров процесса сдвижения земной поверхности в Донбассе // Тр. ВНИМИ. – 1961. – Сб. 42. – С. 140–153.

11. **Медянцев А. Н., Посыльный Ю. В.** Учет погрешностей рассчитываемых сдвижений и деформаций земной поверхности над горными выработками с помощью коэффициентов перегрузки // Маркшейдерское дело. – 1978. – № 5. – С. 10–14.

12. **Инструкция** по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях. Утв. 30.12.87. Разраб. ВНИМИ: Составители И.А. Петухов, Н.И. Митичкина, В.Н. Земисев и др. – М.: Недра, 1989. – 96 с.; прил.

13. **Никольская Н. М., Дробышев С. Ф.** Влияние деформаций пород и земной поверхности на шахтные стволы и наземные сооружения при

понижении уровней подземных вод // Тр. ВНИМИ. – 1970. – Сб. 76. – С. 322–323.

14. **Мякенький В. И.** Сдвигение и дегазация пород и угольных пластов при очистных работах. – Киев : Наук. думка, 1975. – 100 с.

15. **Правила** охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на угольных месторождениях. – М. : Недра, 1984. – 288 с.

16. **Четверик М. С., Андрощук Е. В.** Теория сдвижения массива горных пород и управление деформационными процессами при подземной выемке угля. – Днепропетровск : РИА „Днепр-VAL”, 2004. – 148 с.

17. **Ларченко В. Г.** Закономерности сдвижения и деформаций земной поверхности при отработке свиты пологих пластов // сб. науч. тр. НГАУ. – Днепропетровск, 2001. – № 12. Т. 2. – С. 36–39.

18. **Ларченко В. Г.** Влияние направления движения очистного забоя на деформации объектов земной поверхности, расположенные над границей целика : сб. науч. тр. – Алчевск, ДГМИ. – Вып. 12. – С. 74–81.

19. **Сдвигение** горных пород и земной поверхности при подземных разработках / под общ. ред. В.А. Букринского, Г.В. Орлова. – М. : Недра, 1984. – 247 с.

20. **Иофис М., Шпетковский С.** Зависимость максимальных сдвижений горных пород и земной поверхности от условий залегания пластов. // Уголь. – 1989. – № 3. – С. 55–57.

21. **Четверик М. С., Бубнова Е. А., Андрощук Е. В.** Влияние сдвижения подработанного массива горных работ на устойчивость выработок и состояние съемочной маркшейдерской сети // Сб. науч. тр. НГУ. – Днепропетровск, 2002. – № 14. Т. 1. – С. 31–38.

22. **Назаренко В. А.** Пути совершенствования методики прогнозирования повреждений подрабатываемых гражданских зданий // Сб. науч. тр. НГА Украины. – 2000. – № 10. – С. 156–160.

23. **Инструкция** КД 12.06.203.-2000 Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах. Изд. оф. Минтопэнерго Украины, 2001. – 125 с.

24. **Проект** мер охраны 2-й нитки нефтепровода Лисичанск – Тихорецк от подработки 1-й Восточной обратной лавы пласта  $m_3$  гор. 485 м шахты Тошковская Укр НИМИ. – Донецк, 1991. – 23 с.

25. **Рекомендации** по защите II нитки нефтепровода Лисичанск–Тихорецк от влияния горных работ 4-й Восточной обратной лавы пл. К<sub>8</sub> г. 730 м шахты Тошковская п/о Первомайскуголь Укр НИМИ. – Донецк, 1996. – 26 с.

26. **Мякенький В. И., Артюхова В. Е.** О критериях определения граничных углов процесса сдвижения // Изв. вузов. Горный журнал. – 1989. – № 6. – С. 36–40.

27. **Филимонов Б. А.** Деформация горных пород при глубоком водопонижении : автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 1961. – 20 с.

28. **Чуйко В. М.** Прогноз деформаций водоносных пород под снижением водоотбора при освоении месторождений полезных ископаемых. Белгород : Изд. ВИОГЕМ, 1975. – С. 60–63.

29. **Башмаков В. И., Волейшо В. О.** Анализ процесса консолидации пород с учетом их реологических свойств под влиянием водопонижения // Исследование влияния горных разработок на подземные воды и массивы горных пород. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1985. – С. 48–53.

30. **Арье А. Г.** Расчет радиуса влияния водоотбора с учетом начального градиента фильтрации // Исследование влияния горных разработок на подземные воды и массивы горных пород. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1985. – С. 16–20.

31. **Еремеев Г. А.** К вопросу о построении опорных маркшейдерских сетей в связи с проявлением горного давления // Всесоюзное научно-техническое совещание по проблемам маркшейдерского обеспечения горных работ : тез. докл. – Свердловск, 1984. – 163 с.

32. **Катаев А. В.** Анализ смещений пунктов маркшейдерской сети // Всесоюзное научно-техническое совещание по проблемам маркшейдерского обеспечения горных работ: тез. докл. – Свердловск, 1984. – 163 с.

33. **Болучевский В. И., Куликов К. Б.** (ВНИМИ) О надежности пунктов опорных маркшейдерских сетей на шахтных промплощадках // Всесоюзное научно-техническое совещание по проблемам маркшейдерского обеспечения горных работ : тез. докл. – Свердловск, 1984. – 163 с.

34. **Субботин И. Е.** и др. Исследования устойчивости высотной геодезической сети г. Киева // Геодезия и картография. – 1981. – № 11. – С. 62.

35. **Каждан А. Б., Комаров Ю. И., Грунин М. Л.** О построении опорных маркшейдерских сетей // Геодезия и картография. – 1972. – № 5. – С. 65.

36. **Мироненко В. А., Котов И. Г.** Исследование сжимаемости горных пород Южно-Белозерского железорудного месторождения под влиянием глубокого водопонижения // Вопросы инженерной геологии при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, шахт и карьеров : сб. – Вып. 1. – Л. : Изд. Географ. о-ва СССР, 1989. – С. 79–87.

37. **Комплексный проект** инженерной защиты территории Стахановской группы шахт. – Т. 1, кн. 4 / Ин-т „Луганскгипрошахт”. – Луганск, 2000. – 22 с.

38. **Гидрогеологическое заключение** по определению границ подтопления г. Краснодона, вызванного закрытием шахт имени С. Тюленина и „Донецкая”. – ПО „Укруглегеология”, 1999. – 77 с.

39. **Ермаков В. Н., Улицкий О. А.** Применение водопонижения на подтопленных территориях ликвидируемых шахт. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 6. – С. 45–47.

40. **Яковлев Е. А., Сляднев В. А., Юркова Н. А.** Влияние закрытия шахт на активизацию процессов подтопления и усложнения эколого-геологического состояния территории // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 6. – С. 42–44.

41. **Галузевий стандарт** України „Правила підробки будівель, споруд і природних об’єктів при видобуванні вугілля підземним способом”. Видання офіційне. – К., 2004. – 126 с., з дод.

42. **Гордеев В. А.** Геометризация условий разработки месторождений полезных ископаемых // Изв. вузов. Горный журнал.– 1992. – № 6. – С. 87–91.

43. **Краткий справочник** маркшейдера шахты. ГОСНТИЛ по горному делу. – М., 1962. – 45 с.

44. **Тер-Степанян Г. И.** Геодезические методы изучения динамики оползней. – М. : Недра, 1972. – 127 с.

45. **Pauli.** Noch einmal zur Additions Konstanten elektrooptischer Entfernungsmesser // Vermessungstechnik. – 1974. – № 4.

46. **Резницкий Ф. Е., Орлов В. Т.** Исследование смещений опорных реперов с помощью светодальномеров // Изв. вузов. Горный журнал. – 1976. – № 5.

47. **Ван Де-линь.** Метод прогноза частных завалов в лаве // Изв. вузов. Горный журнал. – 1992. – № 6. – С. 24–28.

48. **Ушаков И.Н.** Маркшейдерское дело : учебник для вузов : в 2 ч. / под ред. И. Н. Ушакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1989. – Ч. 2 / Белоликов А. Н., Земисев В. Н., Кротов Г. А. и др. – 437 с.: ил.

49. **Річний звіт** про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2002 році. Держ. упр. Екології та природних ресурсів в Луганській обл. „МУП Копицентр” Луганськ. 2003. – 139 с.

50. **Промежуточный отчет** по научно-исследовательской работе № 3/12-00 от 12ю04.01. Исп. Буянов А. Д., Мирошниченко В. Т., Чебан Н. Н. и др. „БАД– Экология”, 2002. – 49 с. прил.

51. **Отчет** (заключительный) Наблюдения за опасными в горно-геологическом отношении участками магистральных нефтепроводов и оценка горно-геологической обстановки участков с выдачей рекомендаций по дальнейшей эксплуатации магистральных нефтепроводов. Буянов А. Д., Мирошниченко В. Т., Ларченко В. Г., Лиман С. А., Николаенко В. В.,

Моисеенко Е. В. и др. Исполн. НПК „БАД – Экология”. – Алчевск, 2004. – 53 с.: ил.

52. **Левчук Т. П.** Современные научные задачи прикладной геодезии // Изв. вузов. Геодезия и картография. – 1983. – № 5. – 125 с.

53. **Гавриленко Ю. Н.** Исследование сдвижения земной поверхности при нарушенном залегании пород в Донецко-Макеевском районе Донбасса // Горный журнал. – 1991. – № 3. – С 55–60.

54. **Самарин В. П.** Учет влияния бокового распора при определении углов сдвижения // Изв. вузов. Горный журнал. – 1991. – № 1. – С. 36–39.

55. **Акимов А. Г., Болучевский В. И., Кулов К.Б.** Прогнозирование деформаций глубоких шахтных стволов в Карагандинском бассейне // Совершенствование методов расчета сдвижений и деформаций горных пород, сооружений, бортов разрезов при разработке угольных месторождений в сложных условиях. – Л. : ВНИМИ, 1985. – С. 3–6.

56. **Антипов И. В.** Определение допустимых обнажений кровли в призабойном пространстве лав // Изв. вузов. Горный журнал. – 1991. – № 3. – С. 36–50.

57. **Старицын А. П., Полонский В.И.** О деформации геодезической сети под влиянием горных работ // Геодезия и картография. – 1982. – № 2. – С. 62.

58. **Мирошниченко В. Т., Панин Ю. Г., Радов С. Г., Селезнев В. А., Ямпольский Н. А.** Прогнозирование повторных геодезических наблюдений на шахтных полях производственных объединений „Стахановуголь” и „Ворошиловградуголь” // Науч. тр. ВАГО. Геодезические работы на подрабатываемых территориях. – М., 1987. – С. 29–33.

59. **Самарин В. П.** Учет влияния бокового распора при определении углов сдвижения // Изв. вузов. Горный журнал. – 1991. – № 1. – С. 36–39.

60. **Моисеенко Е. В., Мирошниченко В. Т.** Об охране целиками подтапливаемых объектов над шахтами с мокрой консервацией // Материалы второй науч.-практич. конф. „Підтоплення – 2003”. – К. : Тов. „Знання України”, 2003. – С. 44.

61. **Садовенко И.Л., Улицкий О. А., Демченко Ю. И.** Оценка гидромеханической устойчивости междушахтных целиков // Сб. науч. тр. НГУ. – № 17. Т. 1. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – С. 40–43.

62. **Бакуновец В. И.** Отчет о работе станции СИ-4 по определению искривления стенок стволов и проводников шахт Донбасса. Рукопись г. Перевальск, шах. Украина. – 1989 г. – 140 с. 3 приложения.

63. **Проявкин Е. Т., Мухин Е.П.** Внедрение оборудования кровли в лавах с индивидуальной крепью и их предотвращение // Уголь Украины. – 1993. – Июль. – С. 6–8.

64. **Полтавец В. И.** Особенности изменения экологического состояния окружающей среды горнодобывающих регионов, вызванных закрытием шахт // Матер. междунар. науч.-практич. конф. «Уголь Mining Technologies 2003». – Алчевск: ДГМИ, 2003. – С. 7–16.

65. **Несмашная А. Е., Токарь К. И., Улицкий О. А.** Еще одна проблема шахтных вод // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. „Нагальні питання вирішення проблеми підтоплення ґрунтовими водами територій міст та селищ міського типу”. – К.: Тов. „Знам’я України”, 2003. – С. 42–43.

66. **Черникова С. А., Кудашкин А. А.** Постановка маркшейдерського моніторингу затоплення нерентабельної угольної шахти : сб. матеріалів по конф. „Антропогенні проблеми біосфери”. – Вып. 3. – Часть 2. – Стаханов, 2003.

67. **Ермаков В. Н., Семенов А. П., Улицкий О. А., Котелевец Е. П.** и др. Развитие процессов подтопления земной поверхности под влиянием закрытия шахт // Уголь Украины. – 2001. – №6. – С. 12–13.

68. **Яковлев Е. А., Сляднев В. А., Юркова Н. А.** Влияние закрытия шахт на активизацию процессов подтопления и усложнение эколого-геологического состояния территории// Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – №6. – С. 42–44.

69. **Мірошніченко В.Т.**, Зінаков А.А., Григорьева А.С., Лисенко М.Ю., Пивень О.В.. О некоторых проблемах связанных с устойчивостью пунктов планового маркшейдерского обоснования в горных выработках // Материалы междунар. науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых”Совершенствование технологи строительства шахт и подземных сооружений”. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – Вып. №13. – С. 53–54.

V.T. Miroshnichenko, O.V. Moiseyenko

To the question of influencing of errors of the surveyor measurings, false roof and terms of hydrogeology on the parameters of process of moving of earthly surface.

The article deal with the question of influence of mistakes mining surveying of measurements is considered, of a false roof and the change of a water mode in deformed more thickly than breeds on angular parameters subsidence trough on a terrestrial surface.

*Key words:* subsidence trough, mistakes mining surveying, false roof, trough corners.

Відомості про авторів

**Мірошніченко Валерій Тимофійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри „Маркшейдерія, геологія і геодезія” Донбаського державного технічного університету.

**Моїсєєнко Олена Володимирівна** – асистент кафедри „Маркшейдерія, геологія і геодезія” Донбаського державного технічного університету.