

УДК 622.272+622.1

**В.В. ПЕРЕГУДОВ**, д-р техн. наук, директор Государственного предприятия "Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности "Кривбасс-проект", г. Кривой Рог, Украина

**А.В. РОМАНЕНКО**, д-р техн. наук, главный инженер Государственного предприятия "Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности "Кривбасспроект", г. Кривой Рог, Украина

**В.М. СИДОР**, главный инженер проектов Государственного предприятия "Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности "Кривбасспроект", г. Кривой Рог, Украина

**Б.Ф. КУЧЕР**, главный маркшейдер Государственного предприятия "Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности "Кривбасспроект", г. Кривой Рог, Украина

**Е.М. НИКОЛЕНКО**, главный геолог Государственного предприятия "Государственный институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности "Кривбасспроект", г. Кривой Рог, Украина

## РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЗАЛЕЖЕЙ, ИМЕЮЩИХ СКЛОНЕНИЕ ПО ПРОСТИРАНИЮ

На примере залежей «Восточная – II Восточная – Северная», приуроченных к V железистому горизонту поля шахты «Гвардейская» ПАО «КЖРК», проведен анализ развития зоны сдвижения и конкретизирована методика прогнозирования развития процесса сдвижения у залежей, имеющих склонение по простиранию.

**Ключевые слова:** разработка месторождений подземным способом, зона сдвижения массива, прогнозирование.

### Проблемы и её связь с научными и практическими задачами

Криворожский железорудный бассейн является основным источником природных ресурсов региона. Подземное пространство Кривбасса существенно влияет на техногенную безопасность. Прогнозирование процесса развития сдвижения горных пород от разработки залежей подземным способом крайне важно. По результатам прогноза, заблаговременно принимаются решения о мерах охраны или выносе с зоны подработки объектов промышленности, жилого фонда и природных объектов. Так, расчёты по развитию процесса сдвижения проведенные в 60<sup>х</sup> годах прошлого столетия, рекомендовали произвести отселение жителей посёлков им. Ворошилова и им. Розы Люксембург из будущей зоны сдвижения.

Посёлок им. Ворошилова находится в висячем боку поля шахты им. Фрунзе ПАО

«ЕВРАЗ Суха Балка». Его подработка прогнозировалась залежами Глееватского простирания в 90<sup>х</sup> годах прошлого столетия. Жители были своевременно отселены, их дома снесены, произведена рекультивация территории. Процесс сдвижения от отработки залежей Глееватского простирания локализовался в недрах. Под территорией, ранее занимаемой жилым фондом посёлка пустот нет, сдвижение горных пород не наблюдается, деформации дневной поверхности отсутствуют.

Посёлок им. Розы Люксембург находится в висячем боку шахты «Гвардейская» ПАО «КЖРК». Была спрогнозирована подработка посёлка, и его жильцы были отселены. В настоящее время посёлок не подработан горными работами, деформации дневной поверхности так же отсутствуют.

В обоих случаях, ввиду неточных прогнозов относительно сдвижения горных пород, произошло нерациональное использование средств.

© Перегудов В.В., Романенко А.В.,  
Сидор В. М., Кучер Б. Ф.,  
Николенко Е. М., 2013

### Анализ исследований и публикаций

Системный подход к прогнозу и анализу развития процессов сдвижения горных пород

от отработки залежей имеющих склонение по простиранию в Кривбассе не рассматривался.

### Постановка задачи

Залежь «Восточная – II Восточная – Северная» представляет собой сложное рудное тело, южная часть которого выходит под наносы. Северная часть представляет собой слепое рудное тело. По мере погружения залежи на север толща налегающих пород

над ней возрастает. Залежь имеет северное склонение под углом  $70^\circ$  и западное падение под углом  $60^\circ$ . Требуется определить подход и конкретизировать методику, позволяющую прогнозировать процесс развития сдвижения горных пород.

### Изложение материала и результаты

В Правилах ... [1] не достаточно освещён вопрос сдвижения для залежей, имеющих склонение по простиранию. Развитие процесса сдвижения в этом случае происходит весьма неожиданно.

Так, при отработке залежи «Восточная – II Восточная – Северная» пятого железисто-го горизонта (поле шахты «Гвардейская»)

системами разработки с обрушением пород, развитие процесса сдвижения, по результатам наблюдения, локализовалось в недрах после отработки гор. 712 м. Процессы сдвижения не проявили себя даже после полной отработки гор. 1900 м. При этом северная граница зоны сдвижения соответствует отработке залежи до 210 оси, рисунок 1.

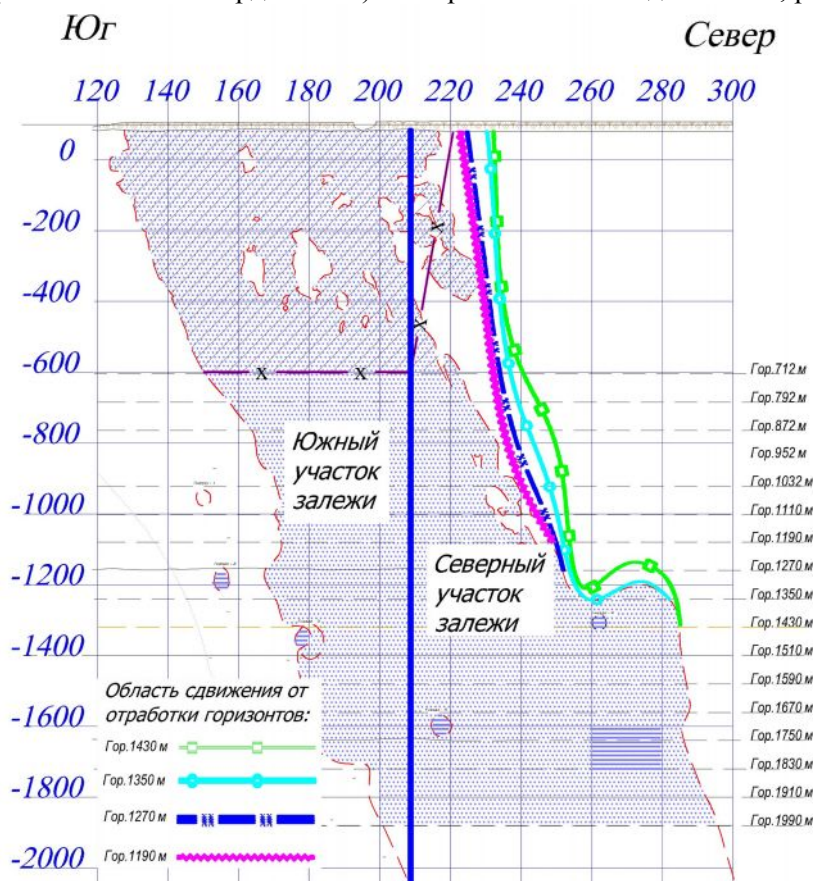


Рисунок 1 – Проекция на вертикальную плоскость залежей приуроченных к пятому железистому горизонту поля шахты «Гвардейская»

Таким образом, залежь по проявлению процесса сдвижения условно можно разде-

лить на два участка – Южный и Северный, граница между которыми проходит по 210

оси. Южный участок залежи выходит под наносы и этим определяется степень проявления процесса сдвижения на нём. По проявлению процессов сдвижения залежь может относиться к группе III или II.

На Северном участке залежи возможно проявление процессов сдвижения присущих как залежам, относящихся к группе II, так и к группе I.

Согласно Правил [1], залежи относятся к различным группам, элементы залегания которой удовлетворяют неравенство:

$$\text{к группе I} - H_B > 1.2h; \quad (1)$$

$$\text{к группе II} - L < \sqrt{\frac{H}{k}}; \quad (2)$$

$$\text{к группе III} - L > \sqrt{\frac{H}{k}}, \quad (3)$$

де  $h$  - высота области сдвижения горных пород от верхней границы выработанного пространства, определяемая по формуле:

$$h = kL,^2 \quad (4)$$

$L$  - пролет выработанного пространства, то есть меньший из двух его размеров в плоскости залежи;  $L_{np}$  - пролёт по простиранию;  $L_{над}$  - пролёт по падению;

в случае, если два различных пролёта отличаются между собой менее чем в два раза, эквивалентный пролёт вычисляется как:

$$L = \frac{L_{np} \times L_{над}}{\sqrt{((L_{np})^2 + (L_{над})^2)}}, \quad (5)$$

$k$  - коэффициент, характеризующий устойчивость подрабатываемого массива;  $H_B$  - глубина от контакта коренных пород с наносами до верхней границы выработанного пространства;  $H$  - глубина от контакта коренных пород с наносами до нижней границы выработанного пространства;

Проявление процесса сдвижения для залежей, относящихся к группе I, сопровождается формированием в недрах устойчивого свода. При этом минимальный пролёт  $L$  принимается по падению.

Таким образом, процесс сдвижения залежи вдоль северного контакта, будет развиваться аналогично залежам группы I.

Для участка залежи группы III, во избежание не верного представления о развитии процесса сдвижения, целесообразно применять размер очистного пространства по простиранию, ограниченный 210 осью. Данный подход соответствует фактически проявившимся процессам сдвижения при отработке залежи горизонта 712 м.

Для определения параметров сдвижения, произведём набор исходных данных отдельно для Южного и Северного участков залежи и произведём их анализ, таблицы 1, 2.

Таблица 1. Исходные данные и анализ развития процесса сдвижения горных пород с понижением горных работ для Южного участка залежи

k = 0,004	A = 60			Интервал осей 180-210				Группа залежи
	Горизонт	H	L <sub>np</sub>	H <sub>з</sub>	L <sub>над</sub>	L	h	
	712	686	583	0	792	470	882	III
	792	766	514	0	885	444	790	III
	872	846	448	0	977	448	803	II
	952	924	432	0	1067	432	746	II
	1032	1003	381	0	1158	381	581	II
	1110	1084	385	0	1252	385	593	II
	1190	1163	366	0	1343	366	536	II
	1270	1244	412	0	1436	412	679	II
	1350	1324	380	0	1529	380	578	II
	1430	1404	350	0	1621	350	490	II
	1510	1484	320	0	1714	320	410	II

Таблица 2 – Исходные данные и анализ развития процесса сдвижения горных пород с понижением горных работ для Северного участка залежи

№	0.004	220 ось			230 ось			240 ось			250 ось			260 ось			270 ось			280 ось			285 ось																			
		Гориз.	H	L <sub>исп.</sub>	H	L <sub>исп.</sub>	h	Груп.	H	L <sub>исп.</sub>	h	Груп.	H	L <sub>исп.</sub>	h	Груп.	H	L <sub>исп.</sub>	h	Груп.	H	L <sub>исп.</sub>	h	Груп.	H	L <sub>исп.</sub>	h	Груп.	H	L <sub>исп.</sub>	h											
712	686	143	637	57	57	13	I																																			
792	766	172	637	149	113	51	I	830	-74	-74	22	I																														
872	846	225	637	241	165	108	I	830	18	18	1	I																														
952	924	247	637	331	198	157	I	830	109	109	47	I																														
1032	1003	302	637	423	246	241	I	830	200	167	111	I																														
1110	1084	236	637	516	236	223	I	830	293	184	135	I																														
1190	1163	353	637	607	305	373	I	830	385	260	270	I	1116	54	54	12	I																									
1270	1244	427	637	701	365	532	II	830	478	318	406	I	1116	148	148	87	I	1182	72	72	21	I																				
1350	1324	735	637	793	539	1163	II	830	570	451	812	II	1116	240	240	231	I	1182	164	164	108	I	1325	-1	-1	0	I	1290	39	39	6	I	1305	22	22	2	I	1400	-88	-88	31	I
1430	1404	713	637	886	555	1254	II	830	663	485	943	II	1116	333	333	442	I	1182	256	256	263	I	1325	91	91	33	I	1290	132	132	69	I	1305	114	114	52	I	1400	5	5	0	I
1510	1484	767	637	978	604	1457	II	830	755	538	1158	II	1116	425	372	553	I	1182	349	349	486	I	1325	184	184	135	I	1290	224	224	201	I	1305	207	207	171	I	1400	97	97	38	I

В результате анализа развития процесса сдвижения Южного участка залежи, сведенного в таблицу 1, следует отметить:

1. С понижением горных работ эквивалентный пролёт для горизонтов 712 и 792, а для остальных – пролёт по простиранию (т.к.  $L_{np}=L$ ) уменьшается.

$$470 > \sqrt{686/0.004} \text{ или } 470 > 414 \text{ для горизонта } 712 \text{ м}$$

$$444 > \sqrt{766/0.004} \text{ или } 444 > 438 \text{ для горизонта } 792 \text{ м.}$$

Проанализировав величину  $k$ , полученную эмпирически, установлено, что для того чтобы после отработки горизонта 792 м, процесс сдвижения локализовался в пределах ранее нарушенного массива, достаточно чтобы коэффициент  $k$  был на 5% меньше и равнялся 0,0038. Погрешность в 5% – это великолепный результат.

На рисунке 1 изображены области сдвижения Северного участка залежи от четырёх горизонтов. Они получены после соедине-

2. В связи с уменьшением пролёта, по мере понижения горных работ, имеет место и уменьшение высоты области сдвижения  $h$ .

3. Залежь на горизонтах 712 и 792 отнесена к группе III в соответствии с формулой 3:

ния точек отложенных от верхней границы залежи вверх на величину  $h$  соответственной оси для данного горизонта. Величина области сдвижения  $h$  взята из таблицы 2.

В результате анализа развития процесса сдвижения Северного участка залежи сведенного в таблицу 2 следует отметить, что при отработке горизонтов 1270 м и ниже, зона сдвижения приобретёт своё развитие от 220 до 230 оси. Сдвижение произойдёт неполное, как у залежи, относящейся к группе II.

### Выводы и рекомендации

Предложенный подход к набору и обработке исходных данных для анализа развития процесса сдвижения дал положительный результат относительно ранее проведенных горных работ, что позволяет предположить надёжность такого подхода и при прогнозировании будущих событий.

С дальнейшим понижением горных работ, процесс сдвижения на земной поверхности найдёт своё отражения после отработки горизонта 1270 м, с понижением горных работ процесс сдвижения будет развиваться на север от 220 до 230 оси в районе проекций залежей на земную проекцию.

Углы  $60^\circ$  по падению и  $70^\circ$  по склонению не достаточно крутые чтобы в результате получать уверенный перепуск пород с вышележащих на нижележащие горизонты. Истинный угол наклона выработанного пространства составит  $55,7^\circ$ . В северной части залежи происходит процесс накапливания пустот.

Полученные результаты имеют важное значение для повышения техногенной безопасности и могут быть использованы при прогнозировании сдвижения земной поверхности в Кривбассе.

### Перечень ссылок

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Криворожском железорудном бассейне – Л.: Изд-во ВНИМИ, 1975. – 67 с.

2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Криворожском железорудном бассейне – Л.: Изд-во ВНИМИ, 1968. – 71 с.

1. Сдвижение горных пород и земной поверхности при разработке рудных залежей Криворожского бассейна / К.К. Бойчук, А.Л. Монахов, В.Н. Романенко, А.В. Сазонов. В кн.: IX международный конгресс по маркшейдерскому делу, Чешская республика, Прага. 18-22 июня 1994г. - С. 542-544.

*Стаття надійшла до редколегії 13.05. 2013 р. російською мовою  
Стаття рекомендована членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем*

**В.В. ПЕРЕГУДОВ, О.В. РОМАНЕНКО, В.М. СІДОР,  
Б.Ф. КУЧЕР, Е.М. НІКОЛЕНКО**

*Державне підприємство "Державний інститут з проектування підприємств гірничорудної промисловості "Кривбаспроект", м. Кривий Ріг, Україна*

**РОЗВИТОК ПРОЦЕСУ ЗРУШЕННЯ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПОКЛАДІВ,  
ЩО МАЮТЬ СХИЛЕННЯ ЗА ПРОСТЯГАННЯМ**

На прикладі покладів "Східна - II Східна - Північна", приурочених до V залізного горизонту поля шахти "Гвардійська" ПАТ "КЗРК", проведений аналіз розвитку зони зрушення і конкретизована методика прогнозування розвитку процесу зрушення у покладах, що мають відміну за простяганням.

*Ключові слова:* розробка родовищ підземним способом, зона зрушення масиву, прогнозування.

**V.V. PEREGUDOV, A.V. ROMANENKO, V.M. SIDOR,  
B.F. KUCHER, E.M. NICOLENKO**

*State enterprise «State institute on designing enterprises of mining industry «Krivbassproekt»,  
Krivoy Rog, Ukraine*

**DEVELOPMENT of PROCESS of MOVING AT WORKING off BEDS, HAVING  
DECLENSION ON EXTENDING**

On the example of beds "East - II East - North", timed to V to ferrous horizon of the field of mine of household "Gvardeyckaya" the PAO "KZHRK", the analysis of development of zone of moving is conducted and methodology of prognostication of development of process of moving is specified at beds, having declension on extending.

*Keywords:* working mine, zone of moving of array, prognostication an underground method.