

УДК 622.831

© В.А. Назаренко, Ю.М. Халимендик, В.И. Диковенко

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СЕЧЕНИЙ ВЫРАБОТОК, ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ НА ОТРАБОТАННЫХ УЧАСТКАХ

© V. Nazarenko, U. Halimendik, V. Dikovenko

## RESEARCH OF EXCAVATIONS CROSS-SECTIONS DEFORMATION, WHICH ARE SUPPORTED ON WASTE SITES

Приведены результаты инструментальных маркшейдерских измерений на наблюдательных станциях в зонах влияния очистных работ в условиях повторного использования подготовительных выработок. На основании шахтных исследований установлены закономерности деформирования выработок, поддерживаемых за лавой.

Наведено результати інструментальних маркшейдерських вимірів на спостережних станціях в зонах впливу очисних робіт за умов повторного використання підготовчих виробок. На підставі шахтних досліджень встановлено закономірності деформування виробок, що підтримуються поза лавою.

**Введение.** Современным требованиям экономически эффективной и безопасной угледобычи наиболее полно отвечает технология сохранения выработок для повторного использования

Отказ от повторного использования выемочных подготовительных выработок приводит к увеличению в 1,7-1,8 раза протяженности и стоимости выработок, необходимых для подготовки выемочного поля. В связи интенсификацией очистных работ возникает дефицит воспроизводства очистного фронта. Поэтому основное внимание уделяется бесцеликовой технологии отработки пластов, предусматривающей поддержание выемочных выработок позади очистных забоев с целью их повторного использования.

**Целью** данной работы является проведение натуральных замеров для определения основных закономерностей поведения кровли и почвы выработки в зоне влияния очистных работ. Дальнейшее использование результатов натуральных экспериментов даст возможность своевременно принимать мероприятия по усилению необходимого участка повторно используемых подготовительных выработок в условиях слабых вмещающих пород.

**Теоретические исследования.** Параметры крепи поддерживаемых вслед за лавой выработок определяются на основании расчетных величин смещений кровли, определяемых на основании нормативных документов [1,3].

Расчет смещений производится на основании выявленных зависимостей перемещений контура выработки от ее горно-геологических и горнотехнических параметров. Вследствие влияния увлажнения и реологических процессов деформационные характеристики пород снижаются, что вызывает увеличение фактических перемещений в выработках по сравнению с расчетными, что не учтено в нормативных документах, но является актуальным для шахт ОАО

«Павлоградуголь».

Инструкция [4] разработана специально для условий шахт Западного Донбасса и отличается от предыдущих нормативных документов тем, что даже вне зоны влияния очистных работ предполагает постоянный и равномерный во времени (за исключением начального периода в 20...40 суток после проведения выработки) рост перемещений породного контура. Однако, неудовлетворительное состояние повторноиспользуемых выработок указывает на несовершенство и этой методики расчета.

На прирезной части поля шахты «Степная» ОАО "Павлоградуголь" с Восточного магистрального откаточного штрека гор. 300 м по падению угольного пласта с<sub>6</sub> на гор 490 м, пройдены подготовительные выработки 157-й и 161-й лав (рис. 1). В настоящее время работают обе лавы. Бортовые штреки № 157 и № 161 погашаются после похода очистного забоя; 159-й и 163-й сборные штреки поддерживаются для отвода газовоздушной смеси на дренажный штрек.

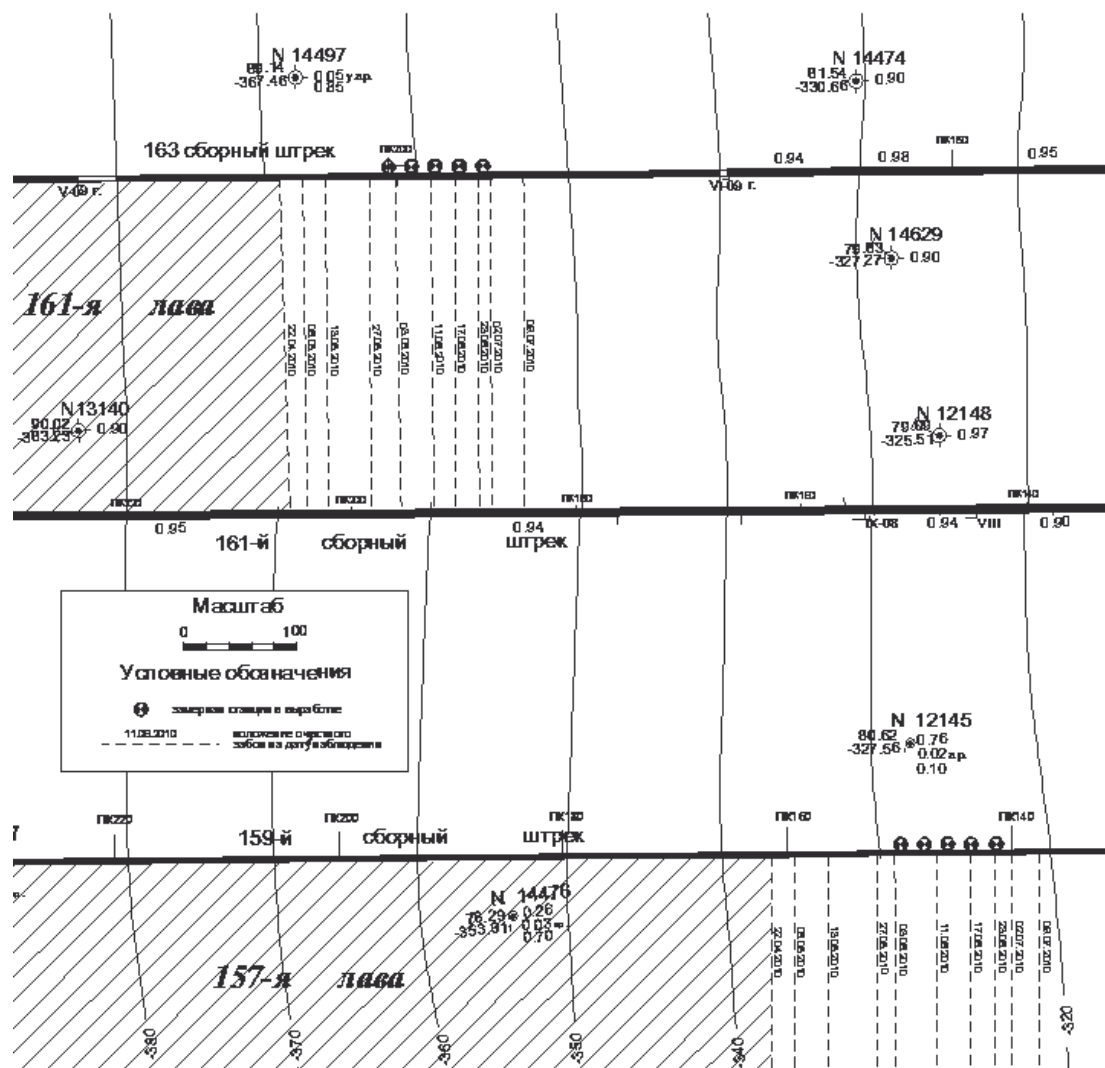


Рис. 1. Выкопировка из плана горных выработок.

*Геологические условия эксплуатации подготовительных выработок.*

Подготовительные выработки 157-й и 161-й лав находятся в идентичных горно-геологических условиях, что расширяет возможности для исследования общих закономерностей деформирования сечений выработок в зоне влияния очистной выработки.

Угольный пласт  $c_6$  – каменный черный кларено-дюреновый, преимущественно, простого строения, мощностью 0,85 – 1,0 м, трещиноватый до 10-15 тр/м, по трещинам кальцит и пирит, выделение воды в виде капеза. Сцепление с породами отсутствует.

Непосредственной кровлей являются алевролиты, горизонтальнослоистые слаботрещиноватые 1-2 тр/м, сцепление слабое. Кровля неустойчивая в местах мелкоамплитудной тектоники и в местах смены литологии, где породы залегают в виде "треугольников" - весьма неустойчивая. Основной кровлей угольного пласта и выработок являются алевролиты и аргиллиты (среднеобрушаемая), а также песчаники категории - труднообрушаемая.

Непосредственная почва пласта представлена аргиллитом комковатым 1,2–2,0 м, трещиноватым (2-4 тр/м) . Основной почвой пласта и почвой выработок является песчаник мелкозернистый на кремнисто-глинистом цементе, крепкий, абразивный с прослоями алевролита мощностью 1,2 – 2,2 м. Из-за отсутствия сцепления с пластом и выделения воды из него породы непосредственной почвы размокают и оползают крупными блоками. Аргиллиты и алевролиты в почве склонны к пучению и размоканию.

**Экспериментальные исследования.** С целью исследования деформирования сечений поддерживаемых подготовительных выработок в зоне влияния 157-й и 161-й лав заложены специальные наблюдательные станции.

*Инструментальные наблюдения в 159-м сборном штреке.*

В 159-м сборном штреке заложено 5 замерных наблюдательных станций, расположенных на пикетах 142, 144, 146, 148 и 150. На каждой станции выполнялся ряд замеров, позволяющих оценить геометрические параметры сечения, их изменение на интервале времени между наблюдениями и деформации приконтурных горных пород. Схема замеров на наблюдательной станции показана на рис. 1.

На каждой из пяти наблюдательных станций от уровня ГП, задаваемого нивелиром (рис. 1), выполнялось 5 замеров: а – домер до кровли выработки; b – домер до почвы выработки; с – домер до кровли пласта; d1, d2 – домеры до меток на ножках крепи. На уровне пласта замерялась ширина выработки – e.

Первое наблюдение на станциях выполнено при положении забоя 157-й лавы на расстоянии 150 м от ПК 150. Достаточно большое расстояние от движущегося забоя до наблюдательных станций дает основание утверждать, что измеряемые сечения 159-го сборного штрека на момент первого наблюдения находились вне зоны влияния динамического опорного давления. Результаты первого наблюдения могут быть приняты в качестве исходных для последующей оценки влияния очистных работ.

Всего на наблюдательных станциях 159-го сборного штрека выполнено 10

серий инструментальных наблюдений. Положение очистного забоя на даты наблюдений (начиная со второго) относительно наблюдательных станций характеризуется расстояниями, приведенными в табл. 1.

По замеренным данным рассчитаны величины опускания (поднятия) почвы и кровли выработки относительно кровли пласта и общая вертикальная конвергенция. В качестве примера в табл. 2 приведены результаты расчетов для наблюдательной станции на ПК 142.

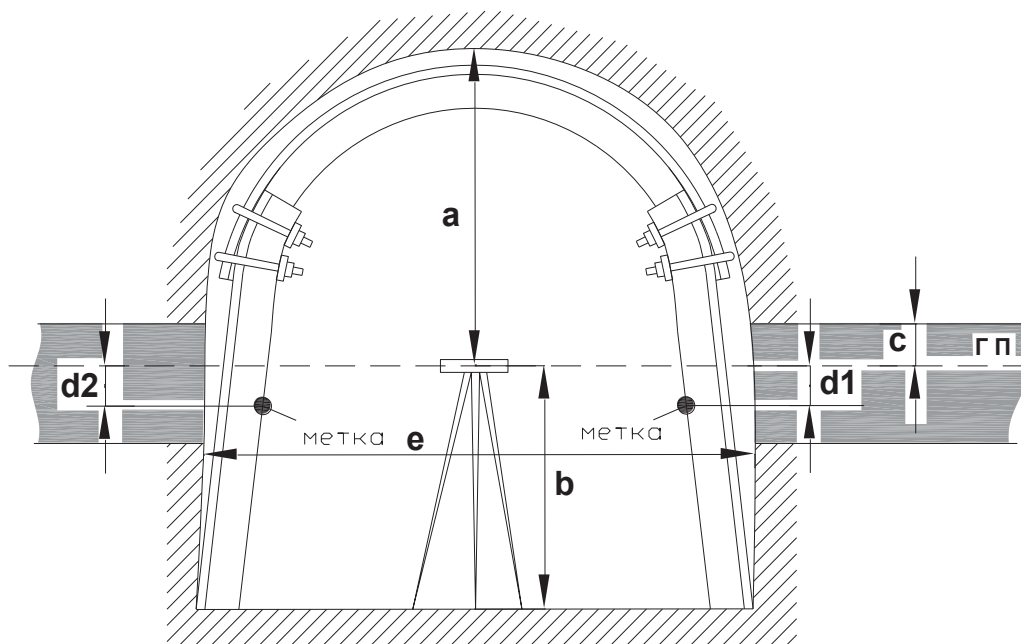


Рис. 2. Схема маркшейдерских замеров на наблюдательной станции

По данным наблюдений в 159-м сборном штреке построены графики опускания (поднятия) почвы и кровли выработки относительно кровли пласта. для сечений на пикетах 142, 144, 146, 148 и 150.

Таблица 1

Расстояния от очистного забоя до наблюдательных станций

Наблюдат. станция	Дата наблюдения									
	22.04 2010	06.05 2010	13.05 2010	27.05 2010	03.06 2010	11.06 2010	17.06 2010	23.06 2010	02.07 2010	09.07 2010
ПК 142	197	176	146	101	83	50	22	1	-13	-40
ПК 144	177	156	126	81	63	30	2	-19	-33	-60
ПК 146	157	136	106	61	43	10	-18	-39	-53	-80
ПК 148	137	116	86	41	23	-10	-38	-59	-73	-100
ПК 150	117	96	66	21	3	-30	-58	-79	-93	-120

Все эти графики имеют общий момент во времени, а именно – момент перехода забоем лавы сечения, в котором находится наблюдательная станция (значение расстояния от забоя до наблюдательной станции, равное 0). Если предположить, что скорость движения очистного забоя за период ведения из-

мерений на станциях оставалась постоянной (или менялась в незначительных пределах), и горно-геологические условия на участке между ПК 142 и ПК 150 были одинаковыми, то можно построить сводные графики по всем наблюдательным станциям. Для этого необходимо их совместить в точках с абсциссой "0" (рис. 3-5).

Таблица 2

Величины опускания (поднятия) почвы и кровли 159-го сборного штрека относительно кровли пласта и общая вертикальная конвергенция на ПК 142

№ наблюдения	Общая конвергенция, мм	Опускание (поднятие), мм	
		кровля*	почва
1	1245	625	620
2	985	150	835
3	780	15	765
4	740	-60	800
5	180	-50	230
6	130	-35	165
7	125	-25	150
8	95	-55	150
9	95	-70	165
10	80	-20	100

**Примечание:** \* знак «+» соответствует опусканию кровли; знак «-» соответствует поднятию кровли.

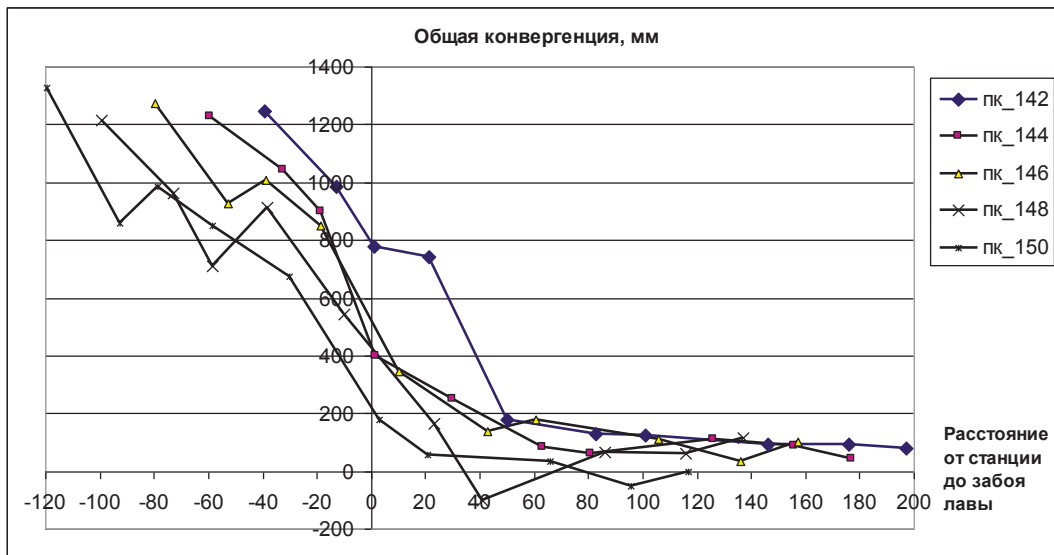


Рис. 3. Сводный график общей конвергенции 159-го сборного штрека

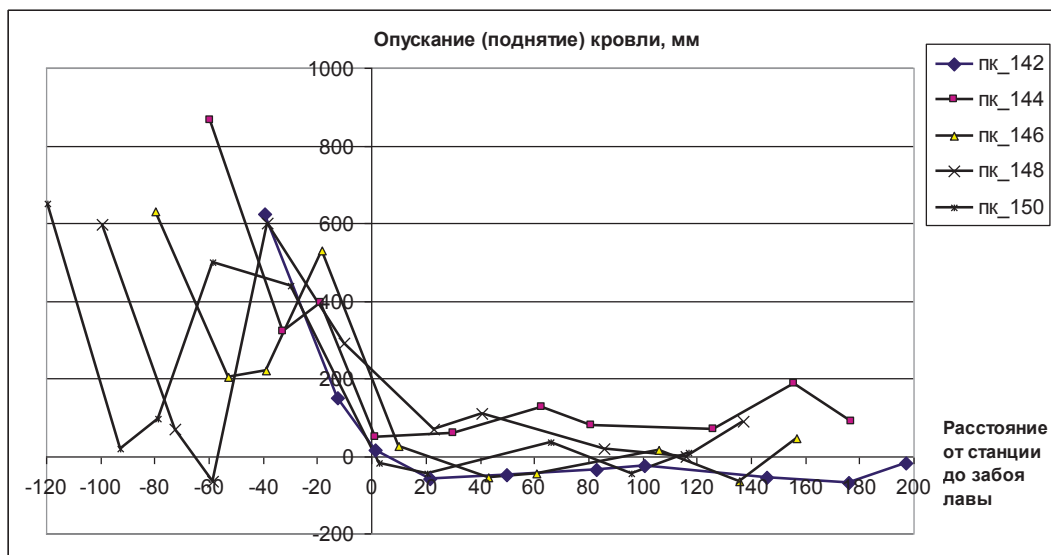


Рис. 4. Сводный график опускания (поднятия) кровли 159-го сборного штрека

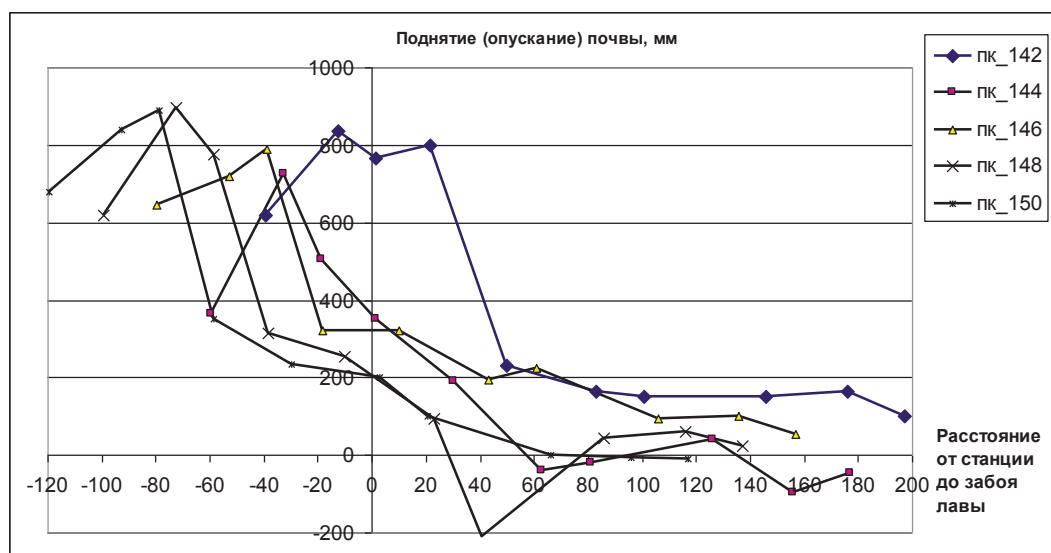


Рис. 5. Сводный график опускания (поднятия) почвы 159-го сборного штрека

Инструментальные замеры в 159-м сборном штреке показывают, что деформирование сечения выработки продолжается до отхода забоя лавы на расстоянии 200 м, после чего общая вертикальная конвергенция стабилизируется на величине 2,5-3,0 м.

*Наблюдения в 163-м сборном штреке.*

В 163-м сборном штреке заложено 5 замерных наблюдательных станций, расположенных на пикетах 192, 194, 196, 198, 200. Схема замеров на наблюдательной станции показана на рис. 1. Первое наблюдение на станциях выполнено при положении забоя 163-й лавы на расстоянии 140 м от ПК 200. На наблюдательных станциях 163-го сборного штрека выполнено 10 серий инструментальных наблюдений. Положение очистного забоя на даты наблюдений (начиная со второго) относительно наблюдательных станций характеризуется расстояниями, приведенными в табл. 3.

Таблица 3.

Расстояния от очистного забоя до наблюдательных станций

Наблюдат. станция	Дата наблюдения									
	22.04 2010	06.05 2010	13.05 2010	27.05 2010	03.06 2010	11.06 2010	17.06 2010	23.06 2010	02.07 2010	09.07 2010
ПК 192	175	158	138	96	70	40	18	2	-14	-43
ПК 194	155	138	118	76	50	20	-2	-18	-34	-63
ПК 196	135	118	98	56	30	0	-22	-38	-54	-83
ПК 198	115	98	78	36	10	-20	-42	-58	-74	-103
ПК 200	95	78	58	16	-10	-40	-62	-78	-94	-123

Результаты инструментальных измерений на наблюдательных станциях 163-го сборного штрека были обработаны по той же методике, что и измерения в 159-м сборном штреке. Сводные графики общей конвергенции и поднятия (опускания) кровли и почвы 163-го сборного штрека показаны на рис. 6-8.

Сводные графики по 159-му и 163-му сборным штрекам имеют общий характер распределения деформаций выработки и соизмеримые их величины. Схожесть горно-геологических и горно-технических условий отработки 157-й 161-й лав дает основание для совместного анализа результатов натуральных измерений на наблюдательных станциях 159-го и 163-го сборных штреков.

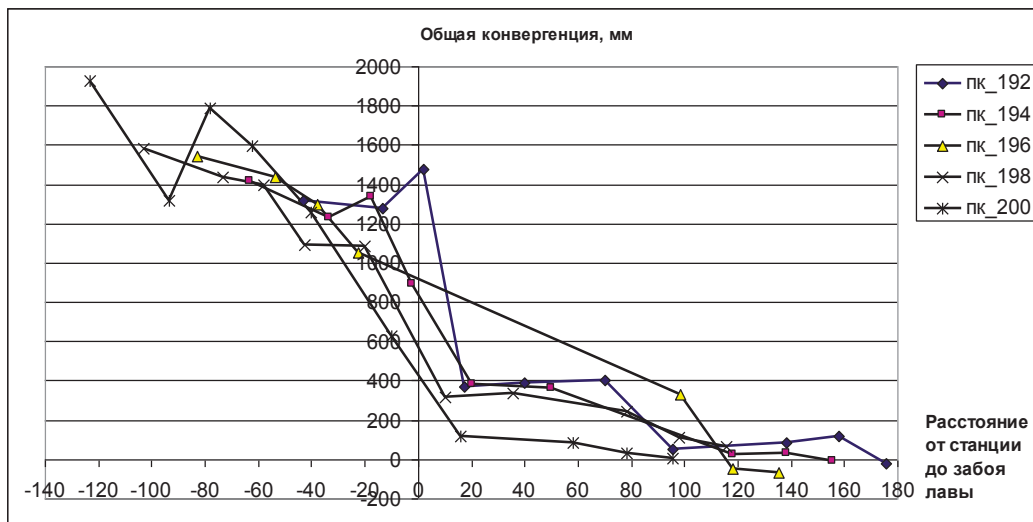


Рис. 6. Сводный график общей конвергенции 163-го сборного штрека

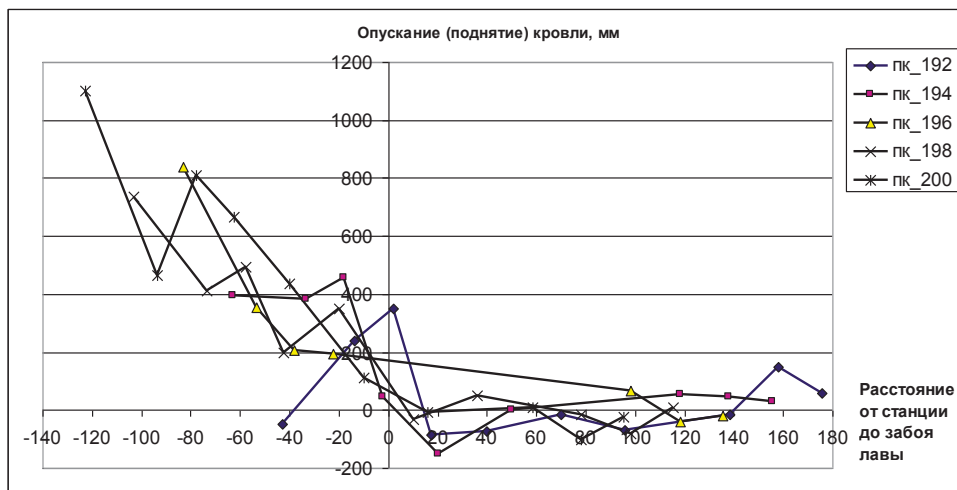


Рис. 7. Сводный график опускания (поднятия) кровли 163-го сборного штрека

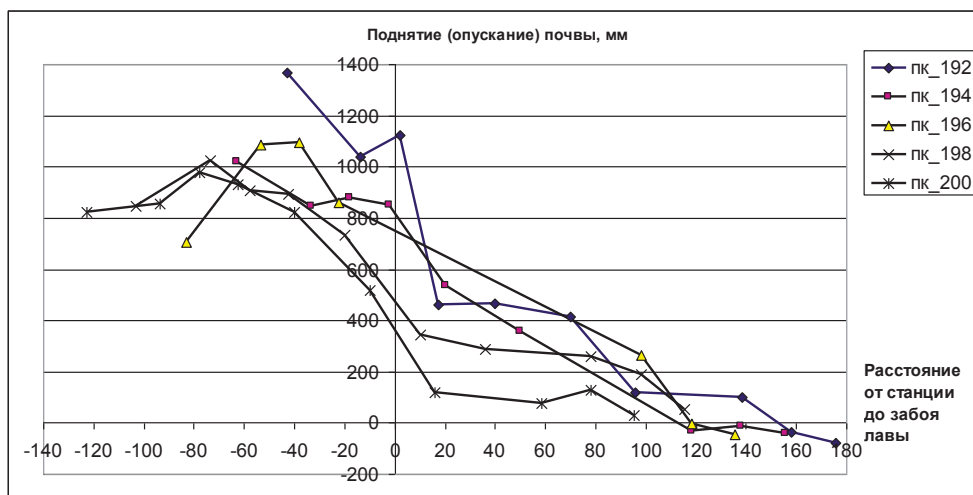


Рис. 8. Сводный график опускания (поднятия) почвы 163-го сборного штрека

Сглаженные графики конвергенции, опускания кровли и поднятия почвы в 159-м и 163-м сборных штреках представлены на рис. 9-11.

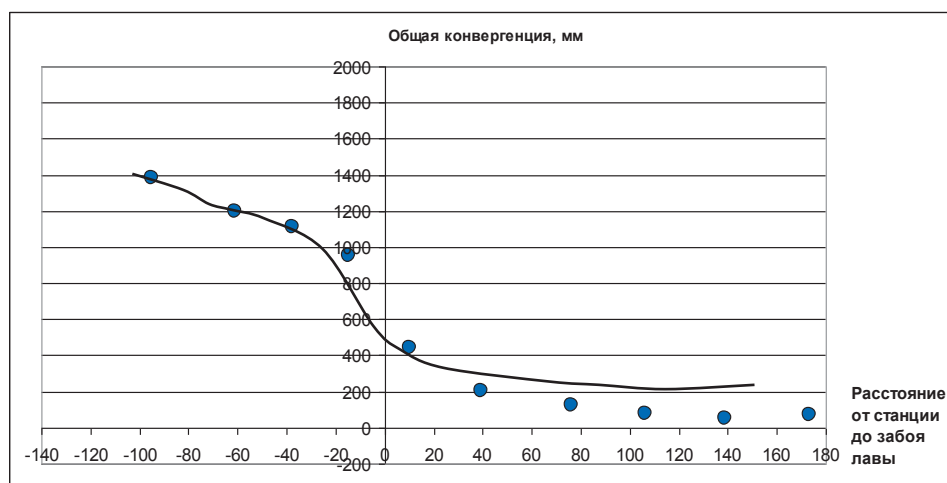


Рис. 9. Сглаженный график конвергенции 159-го и 163-го сборных штреков



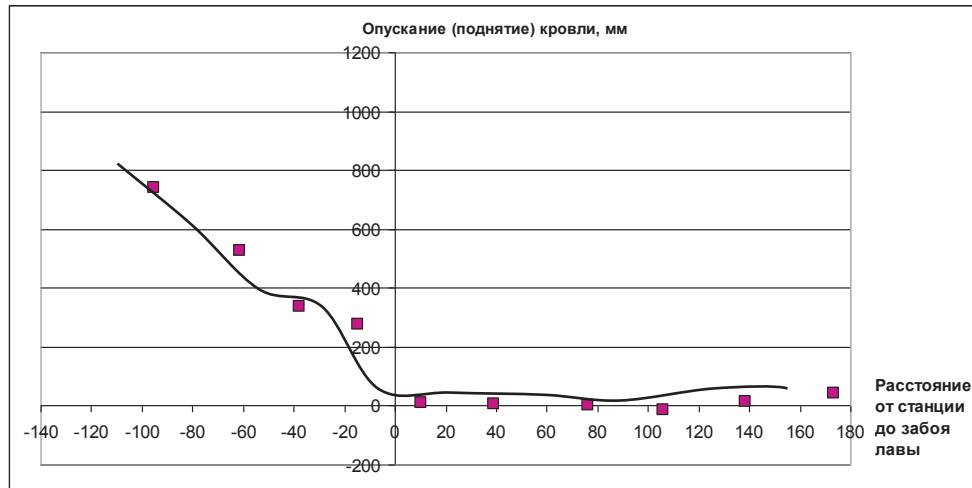


Рис. 10. Сглаженный график опускания кровли 159-го и 163-го сборного штреков

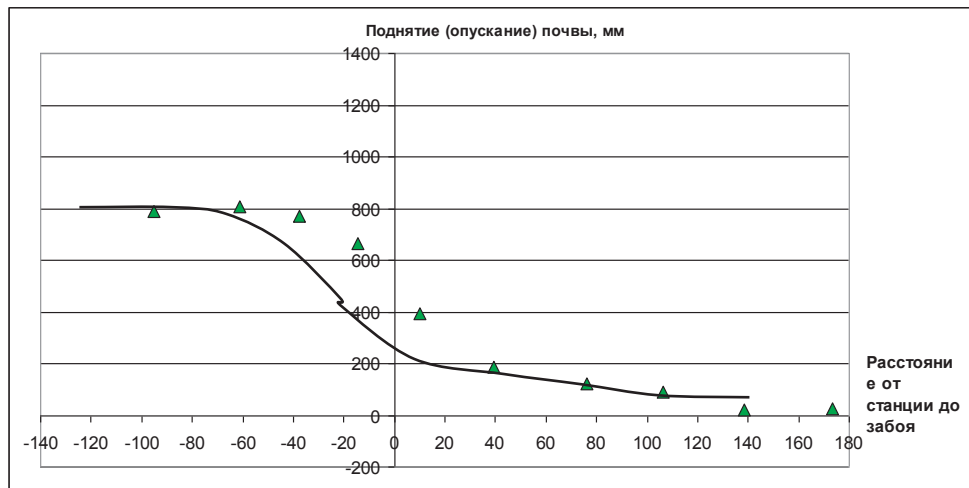


Рис. 11. Сглаженный график поднятия почвы 159-го и 163-го сборных штреков

**Результаты исследований.** Общий анализ сглаженных графиков приводит к следующим выводам о деформировании сечений подготовительных выработок, поддерживаемых в зоне влияния очистных работ:

- вертикальная конвергенция в подготовительной выработке начинается на расстоянии 150 м от приближающегося забоя и достигает максимальных значений 2500-3000 мм при удалении забоя на расстояние до 200 м;
- в сечении выработки, совпадающем с линией очистного забоя, средняя конвергенция составляет 600-1000 мм или около 25-30% от максимальной;
- кровля выработки в привязке к кровле угольного пласта остается неподвижной вплоть до подхода лавы на расстояние около 10 м;
- начиная с расстояния 10 м до забоя, происходит интенсивное опускание кровли выработки, подчиняющееся линейному закону – при увеличении расстояния в отработанной части от сечения выработки до забоя лавы на каждые 10 м происходит последовательное опускание кровли на 100 мм;
- развитие поднятий почвы на интервале 150 м до забоя и 150 м после забоя лавы происходит по интегральному закону Гаусса.

**Выводы.** Установленные закономерности развития деформаций в подготовительных выработках позволяют прогнозировать устойчивость выработок, поддерживаемых в отработанной части лав, в условиях шахт Западного Донбасса, оценивать их пригодность для отвода газозадушной смеси и заблаговременно проводить технические мероприятия по поддержанию выработок.

#### Перечень ссылок

1. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. КД 12.01.01.201-98. Мінвуглепром України. Київ. – 1998. – 150 с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок на угольных месторождениях.– М.:Недра, 1981.–288 с.
3. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. СОУ 10.1.00185790.011:2007. Мінвуглепром України. Київ.–2007. –113 с.
4. Руководство по поддержанию горных выработок на шахтах Западного Донбасса. – Спб.: ВНИМИ, 1992. – 51с.
5. Построение зон защиты и ПГД для условий больших глубин. КД 12.07.301-96. УкрНИМИ. Донецк. – 1997. – 46 с.

#### ABSTRACT

**Purpose.** the regularities determination of roof and sole behavior in the zone of influence of cleaning works for the timely implementation of measures to strengthen the necessary area of the preparatory working, which is reused in conditions of weak enclosing rocks.

**The methodology:** the instrumental surveyor measurements in mine workings; analytical statistical research of the instrumental measurements results.

**Findings.** The regularity of deformations development in the preparatory gallery make it possible to predict the stability of gallery that are maintained in the exploited part of coal long wall in the Western Donbas mines conditions.

**The originality** is the use of full-scale measurements at special observation stations, which allow the determination of deformations of mine workings with high accuracy.

**Practical implications.** Predicting the stability of excavations, which are maintained in the worked part of lavas, in the Western Donbas mines conditions, assessment of their suitability for air and gas discharge, planning of technical measures for maintaining workings.

**Keywords:** *cleansing works, preparatory making, instrumental surveyor measuring, deformation*