

УДК 622.016.222:622.838

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЙОНАХ СОПРЯЖЕНИЙ СТВОЛА С ГЛУБОКИМИ ГОРИЗОНТАМИ

Колдунов И. А.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Експериментальні дослідження в районах сполучень ствола з глибокими горизонтами під час проведення приствольних виробок дозволили уточнити закономірності та просторо-часові параметри процесу деформування приствольного породного масиву.

Field study in the areas of shaft–deep levels couplings when driving shaft sidings has enabled to specify regularities and space-time parameters of deformation process of shaft bottom rock mass.

Как показали долговременные наблюдения и массовые обследования состояния глубоких вертикальных стволов Донбасса, проводимые УкрНИМИ [1, 2], с увеличением глубины разработки угольных месторождений существенно усложняются условия охраны и поддержания стволов и их сопряжений с околоствольными выработками. Дополнительными влияющими факторами на состояние сопряжений служат проведение и перекрепление выработок околоствольного двора. Традиционные способы охраны и поддержания стволов во многих случаях оказываются неэффективными, особенно на участках сопряжений стволов, на которых в основном и происходят повреждения крепи, приводящие к значительным материальным и финансовым затратам.

В свете сказанного, возникает необходимость в изучении особенностей и закономерностей деформирования околоствольного массива горных пород в таких условиях и установлении па-

раметров протекания геомеханических процессов во времени и пространстве для разработки предложений по рациональным способам охраны и поддержания выработок.

Для решения поставленных задач были проведены продолжительные экспериментальные исследования [3, 4] в районе сопряжения с горизонтом 1235 м восточного воздухоподающего ствола (ВВПС № 2) АП "Шахта им. А. Ф. Засядько" (рис. 1).

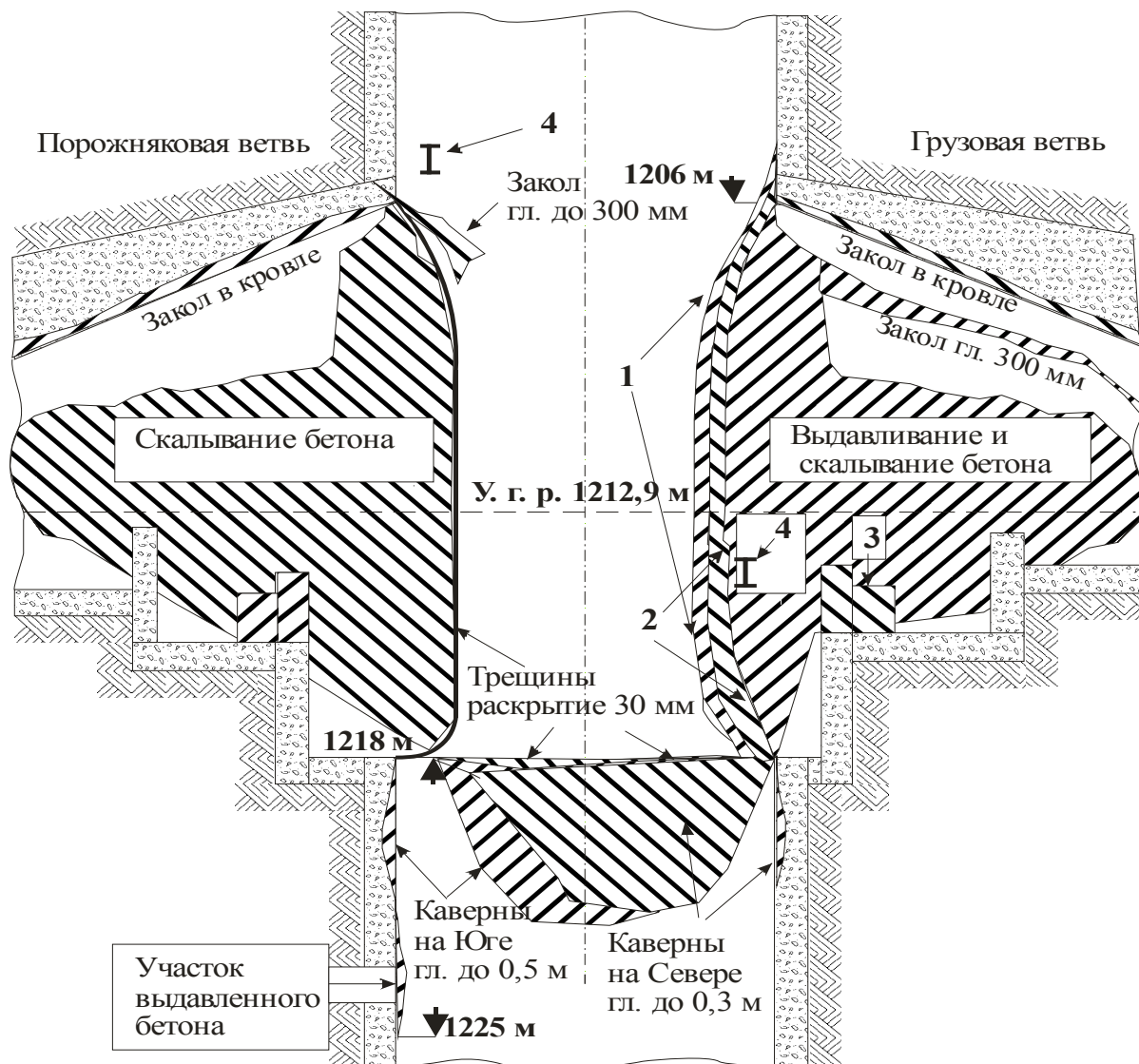


Рис. 1. Развитие повреждений крепи на узле сопряжения горизонта 1235 м ВВПС № 2: 1, 2, 3, 4 – появление повреждений крепи (влияние проведения грузовой ветви); ▨ – влияние сбояки грузовой и порожняковой ветви; ▩ – последствие сбоек

Выбор объекта был обусловлен весьма сложными горно-геологическими и геомеханическими условиями: большая глубина (уровень головки рельса 1212,9 м); слабые вмещающие породы ($R_c = 20...40$ МПа); ствол в районе сопряжения пройден по выработанному пространству пласта m_3 , на границе с которым велись очистные работы; интенсивное проведение выработок околоствольного двора; неоднократные ремонтные работы на различных участках ствола и примыкающих выработок вследствие повреждений крепи и армировки (см. рис. 1). Исследования проводились во время проведения к стволу грузовой и порожняковой ветви двумя методами: инструментальными измерениями на наблюдательной станции и визуальными периодическими обследованиями состояния крепи и армировки в районе сопряжения ствола с горизонтом 1235. Основные результаты исследований 2003 - 06 гг. приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные результаты исследований с 2003 г. по 2006 г.

Параметры процесса деформирования	Метод исследования	
	инструментальный	визуальный
Вертикальная зона влияния на ствол при проведении выработки (от свода сопряжения), м	Более 20	30 - 40
Горизонтальная зона влияния на ствол при проведении выработки, м	-	40 - 50
Горизонтальная зона интенсивного деформирования вокруг сопряжения, м	20 - 25	Около 20
Время интенсивного деформирования (увеличения скорости) после сбойки, недели	2	2
Время последствия сбойки, мес.	2,1	Более 2
Критические скорости деформаций крепи на узле сопряжения, мм/м в неделю	0,25...0,3	-

При проведении наблюдений 31.10.06 г., 29.11.06 г., 04.01.07 г. видимых изменений состояния крепи ВВПС № 2 на нарушенных участках не отмечено. Это дало основание полагать,

что процесс деформирования околоствольного массива, завершился, что также подтвердили инструментальные измерения.

Деформирование околоствольного массива возобновилось при сбойке со стволом водотрубного ходка (глубина 1193 м) в 2008 г., проходимого над порожняковой ветвью (отметка кровли по стволу 1205 м) горизонта 1235 м.

В этот период было отмечено значительное нарушение крепи порожняковой ветви и развитие старых повреждений на отдельных участках ствола. Инструментальные наблюдения после сбояки со стволом водотрубного ходка, вычисленные по результатам замера (20.08.08 г.), отображены на рисунках 2-3. Для сравнения, они приведены на фоне предыдущих измерений.

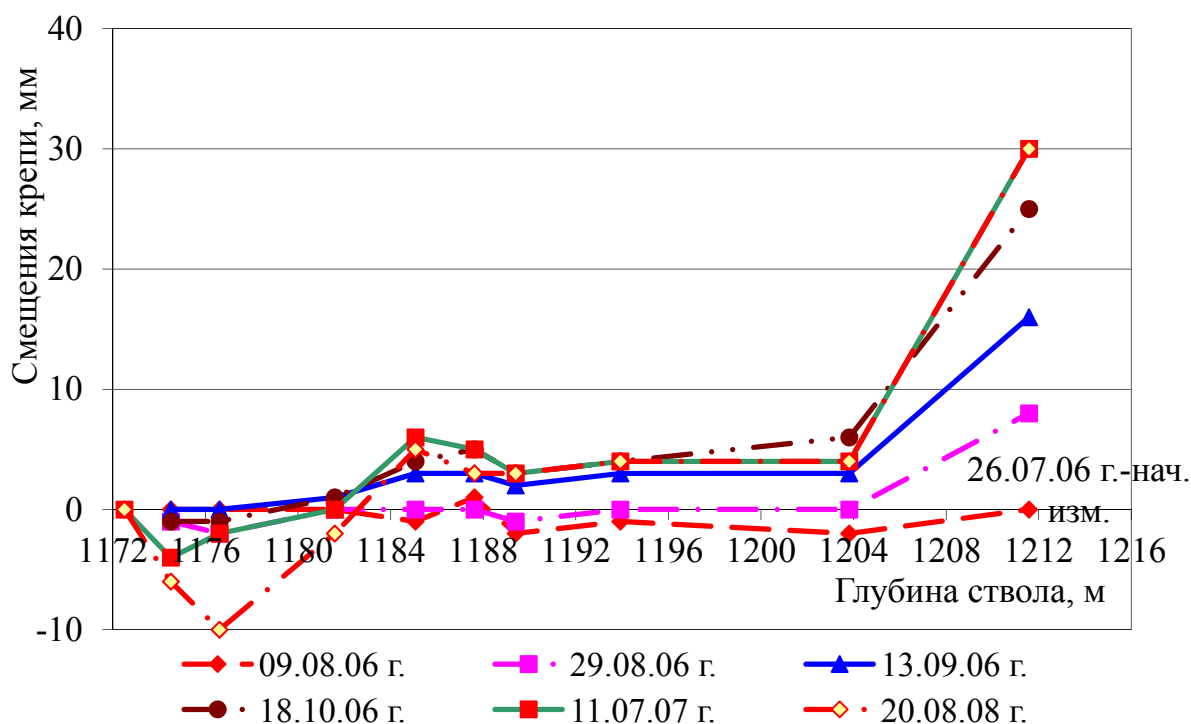


Рис. 2. Абсолютные вертикальные смещения крепи ствола после сбояки водотрубного ходка

Из графиков видно, что произошло интенсивное деформирование крепи ствола в интервале глубин 1174 – 1186 м. Причем в верхней части участка деформации крепи больше. Это обстоятельство можно объяснить активизацией процесса деформирования массива над отработанным пластом m_3 (отметка почвы по

стволу 1185,5 м) несмотря на то, что с момента проведения лавы прошло более 10 лет (рис. 4), при этом ствол был пройден 2001 г.

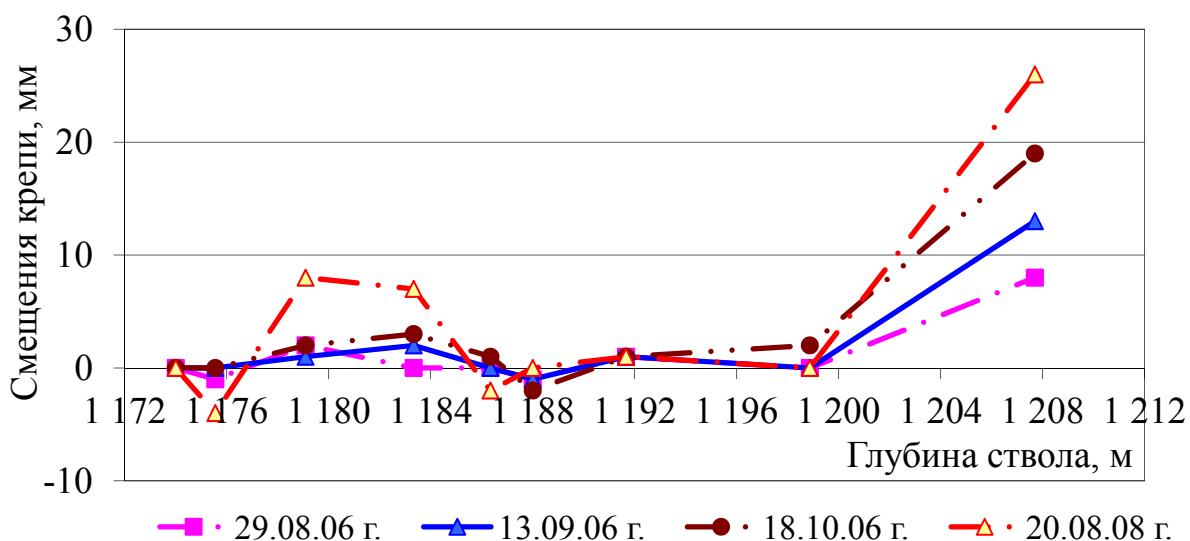


Рис. 3. Поинтервальные вертикальные смещения крепи ствола после сбояки водотрубного ходка

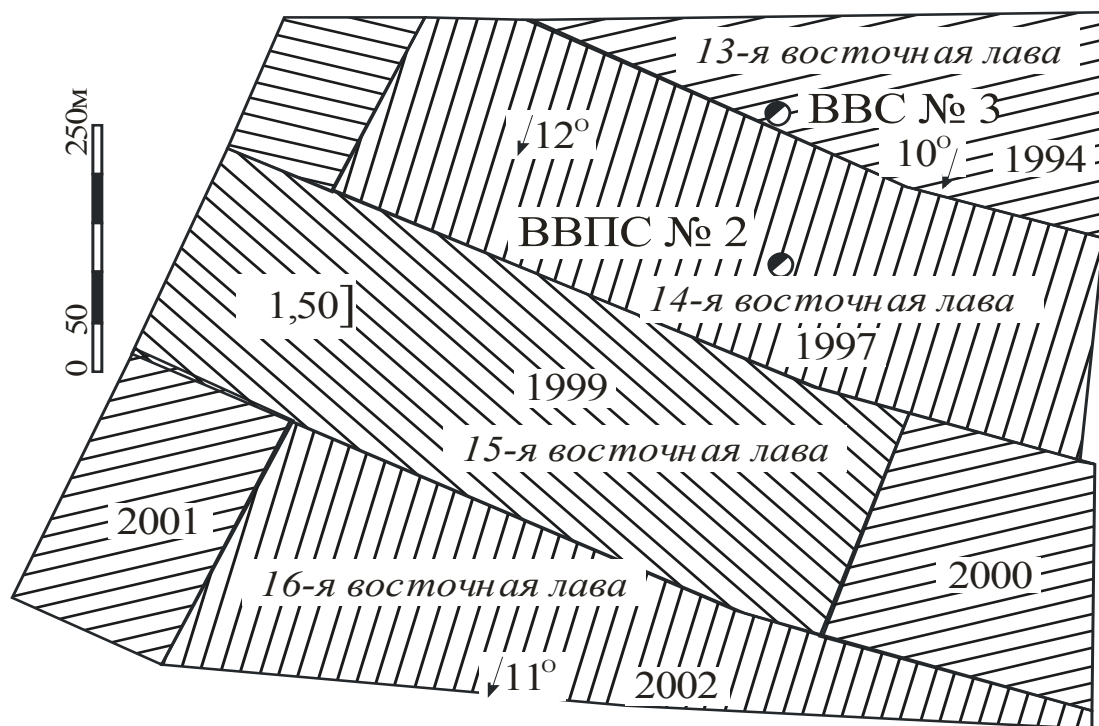


Рис. 4. Выкопировка из плана горных работ по пласту m_3

Первые повреждения крепи ствола на этом участке в интервале глубин 1176 - 1188 м были обнаружены в марте 2003 г. (рис. 5).

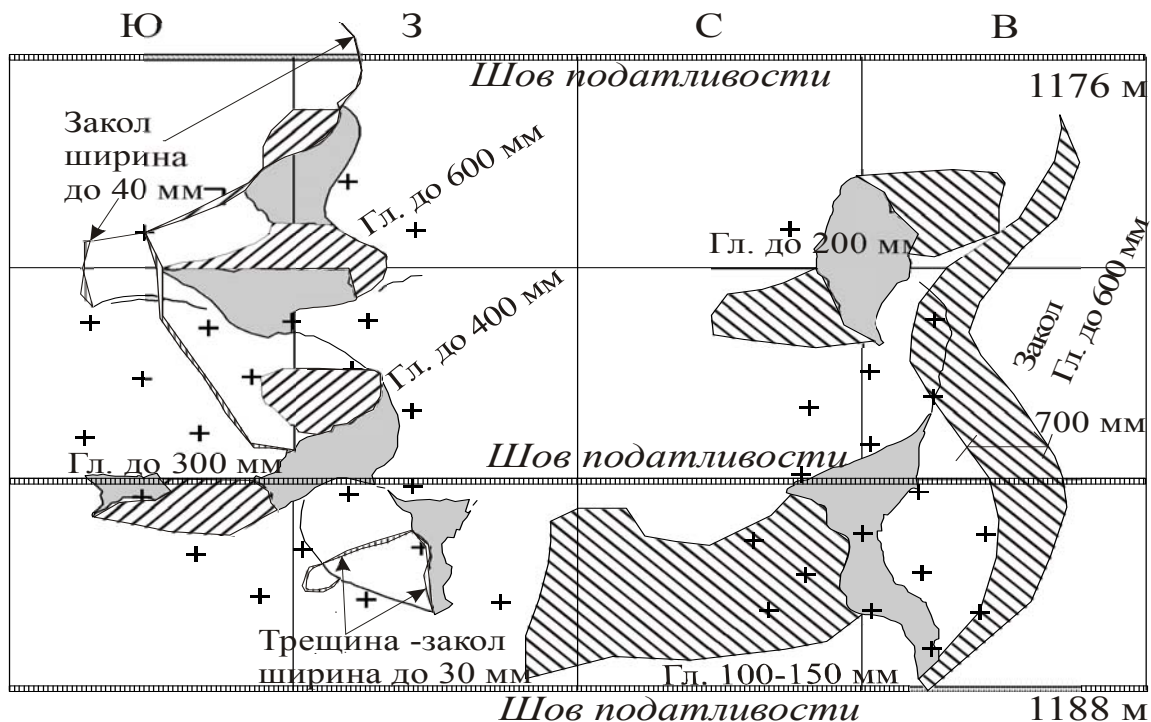


Рис. 5. Развитие повреждений крепи ствола на участке 1174 – 1188 м: ■ – появление повреждений крепи (влияние очистных работ); ▨ – влияние проведения грузовой ветви; ▩ – влияние проведения порожняковой ветви

Анализ геомеханической ситуации в околоствольном массиве позволил установить, что причиной нарушений крепи явилось влияние 16-ой восточной лавы (см. рис. 4), проводимой по пласту m_3 на расстоянии 350 м от оси ствола, которая вызвала активизацию уплотнения породного массива в районе старых очистных выработок. При этом расчеты [1] показали, что в околоствольном массиве (глубина 1185 м) возникли дополнительные напряжения сжатия порядка 0,6 – 0,8 МПа, что явилось причиной нарушения бетонной крепи (несущая способность порядка 0,5 МПа). На указанном участке ствола нарушенная бетонная крепь была обобрана и усилена по рекомендациям УкрНИМИ путем установки на анкерах 15 колец из спецпрофиля СВП – 33 через 0,8 м. Участок

был затянута металлической сеткой, а на уровне отработанного пласта m_3 был оборудован горизонтальный осадочный шов. В дальнейшем в этом районе вновь отмечались активизации процесса деформирования околоствольного массива (2005 – 06 гг.), вызванные проведением вначале грузовой ветви горизонта 1235 м, а затем порожняковой (см. рис. 5).

Особенности деформирования крепи ствола в этом районе по результатам замеров отображены на рисунке 6.

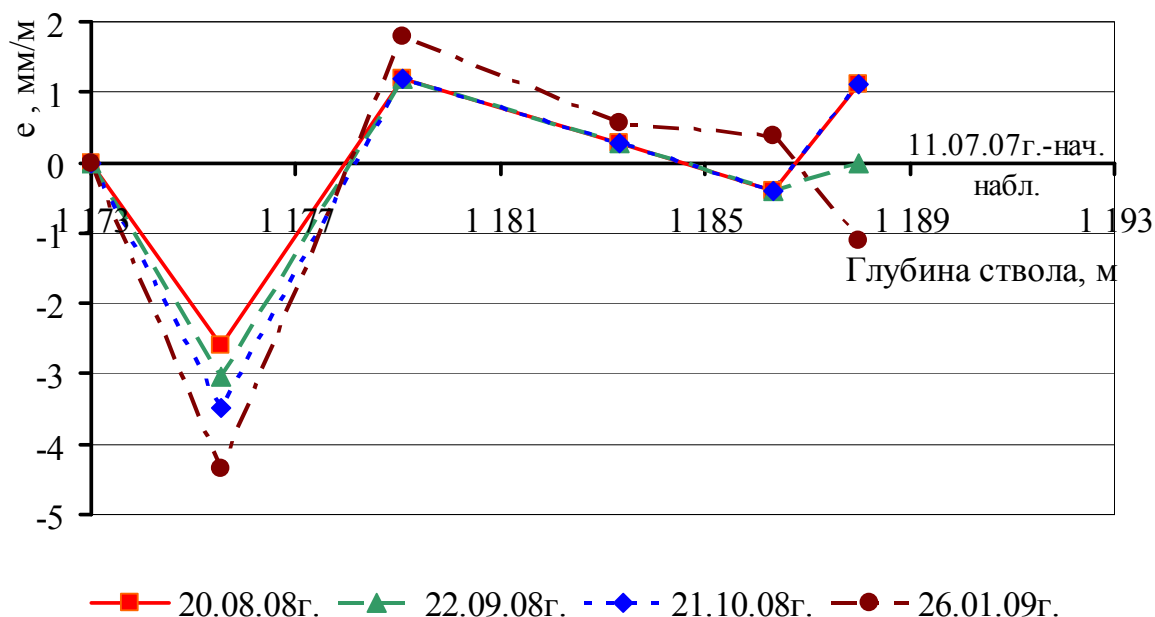


Рис. 6. Поінтервальні деформації крепи ствола на участку з постійною та тимчасовою кріпкою

Деформації тимчасової кріпки (глибина 1176 - 1188 м) відрізняються від вищестоячого інтервала (монолітний бетон) не тільки кількісно (вдвоє менше), але й за знаком (на одному участку стиснення, на іншому розтягнення кріпки). Відзначимо, що там, де переважають деформації розтягнення від 1×10^{-3} до $1,8 \times 10^{-3}$, помітних погіршень стану кріпки не стало. Разом з тим, на участку вище, де переважають деформації стиснення порядку від мінус $2,5 \times 10^{-3}$ до мінус $4,0 \times 10^{-3}$, з'явилися свіжі вертикальні волосяні тріщини в продовження нижче розташованого вертикального закола.

Сам закол расширился с образованием вывала крепи размером $1 \times 1 \times 0,2$ м на интервале глубин 1174 – 1176 м. Примечательно, что по результатам замеров этот участок находится на перемене знака деформаций (см. рис. 6).

После сбойки со стволом водотрубного ходка на наблюдательной станции выполнено 5 серий инструментальных измерений. Смещения крепи ствола и околоствольных выработок, в этот период, отображены на рисунках 7 – 9.

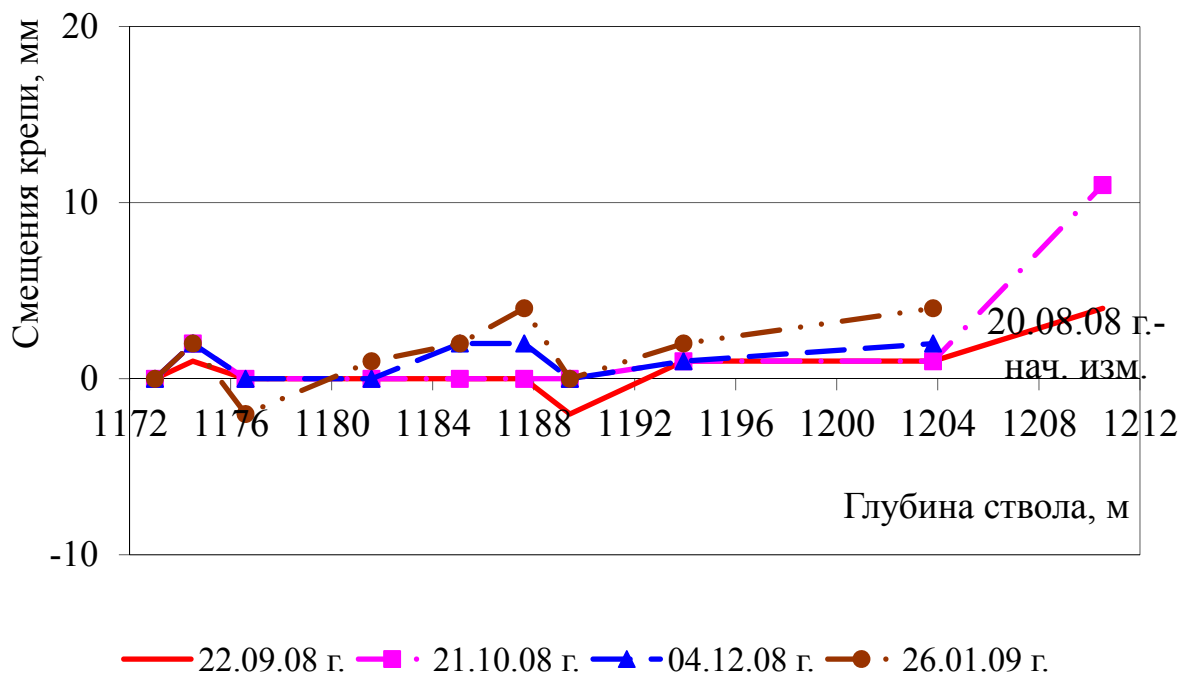


Рис. 7. Абсолютные вертикальные смещения крепи ствола

Проведенные измерения на наблюдательной станции и обследования крепи ВВПС № 2 после сбойки водотрубного ходка позволили заключить следующее.

1. В протяженной части ствола в интервале глубин 1173 – 1204 м за истекший период вертикальные смещения крепи несущественные (не превысили 4 мм). Это подтверждают и визуальные обследования ствола.

2. На уровне проемов сопряжения горизонта 1235 м смещения крепи порядка 10 мм, что вызывает её незначительные нарушения.

3. В грузовой ветви сопряжения за истекший период вертикальные смещения не превысили 10 мм (см. рис. 9). Отметим, что горизонтальная зона интенсивного деформирования около 25 м.

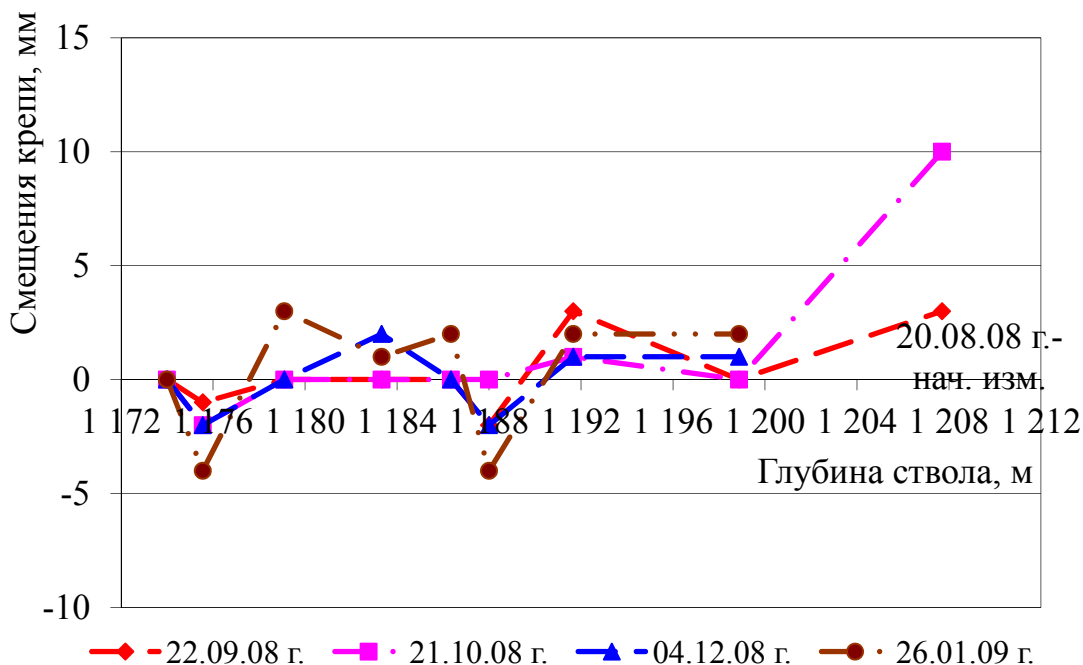


Рис. 8. Вертикальные смещения крепи ствола по интервалам

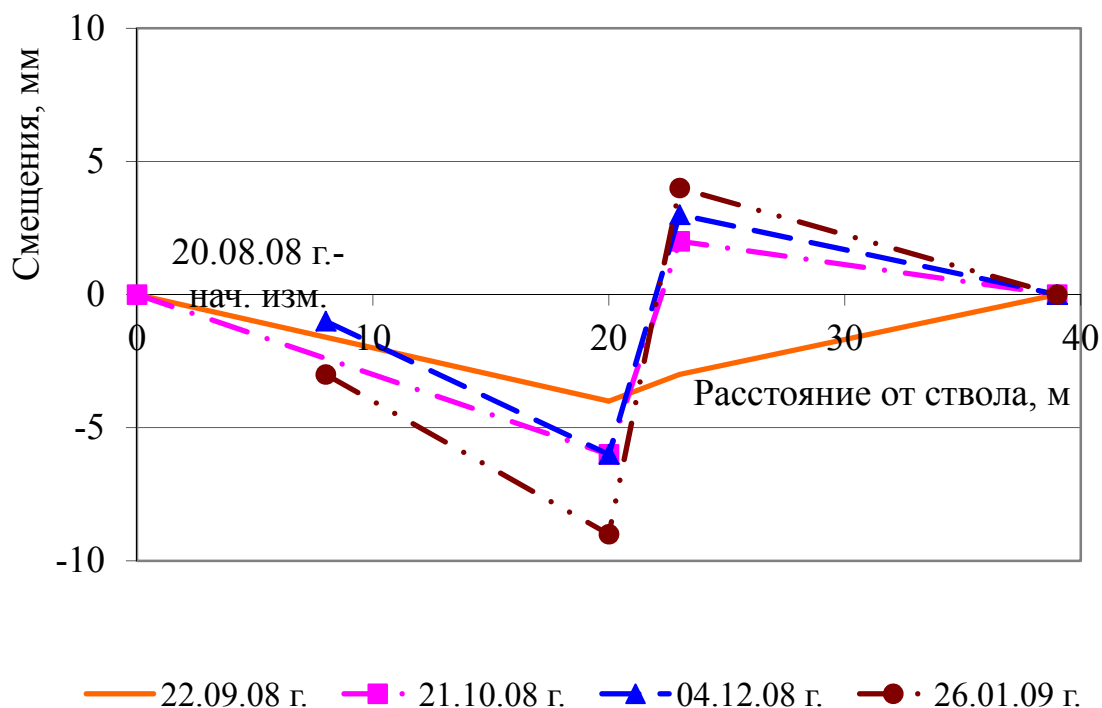


Рис. 9. Вертикальные смещения в грузовой ветви

4. Основными причинами дополнительных повреждений крепи ВВПС № 2 и околоствольных выработок в 2008 г. является проведение камеры ЦПП в 40 м от ствола и водотрубного ходка к стволу, а также перекрепление грузовой и порожняковой ветвей на участках, примыкающих к стволу.

Выполненное 26.01.09 г. обследование ВВПС № 2 не выявило дальнейших видимых ухудшений состояния крепи.

Анализ экспериментальных исследований показал, что проведение водотрубного ходка ветви на ствол оказало менее интенсивное влияние на состояние крепи и армировки, чем влияние проведения порожняковой и грузовой ветви по следующим причинам.

1. Прошел достаточно длительный срок (2 года) между сбойками (околоствольный массив уплотнился).

2. Водотрубный ходок имеет сечение гораздо меньшее, чем порожняковая или грузовая ветвь.

3. Проходка ходка осуществлялась малыми заходками, а при сбоеке применялись отбойные молотки.

4. Рассечка под водотрубный ходок имела большую длину, чем рассечки под выработки горизонта 1235 м.

5. Сопряжение ствола с водотрубным ходком – одностороннее, а сопряжение с горизонтом 1235 м - двустороннее.

Выводы. В результате исследований получены закономерности деформирования околоствольного массива в районе сопряжений глубокого вертикального шахтного ствола, а именно: пространственные параметры; временные показатели процесса деформирования околоствольного массива, а также величины смещений и деформаций крепи ствола в районе сопряжений.

Практически пространственно-временные параметры деформирования околоствольного породного массива могут быть использованы для разработки мероприятий по охране и поддержанию сопряжений стволов. В частности, для определения рационального расположения, порядка во времени и пространстве проведения и крепления околоствольных выработок.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Дрибан В. А. Геомеханика управления устойчивостью околоствольного массива горных пород глубоких угольных шахт: дис. на соискание ученой степени д-ра. техн. наук : спец. 05.15.09 "Механика грунтов и горных пород" / В. А. Дрибан. — Днепропетровск, 2004. — 321 с.
2. Кулибаба С. Б. Маркшейдерское обеспечение охраны вертикальных стволов угольных шахт Донбасса: дис. на соискание ученой степени д-ра. техн. наук : 05.15.01 "Маркшейдерия" / С. Б. Кулибаба. — Донецк, 2004. — 318 с.
3. Дрибан В. А. Оценка параметров деформирования околоствольного массива при проведении сопрягающихся выработок / В. А. Дрибан, И. А. Колдунов, С. А. Побойный // Уголь Украины. — 2008. — № 11. — С. 10—12.
4. Дрибан В. А. Исследование геомеханических процессов в районе сопряжения глубокого ствола / В. А. Дрибан, И. А. Колдунов // Уголь Украины. — 2011. — № 10. — С. 10—13.