

УДК 622.837:622.016.25.001.5

РАЦИОНАЛЬНОЕ ВЕДЕНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ СКВАЖИНЫ

Хохлов Б. В., Кулибаба С. Б.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

На основі аналізу експериментальних даних уточнено параметри залежності ступеня порушеності вертикальних гірничих виробок у зоні опорного тиску від їх діаметру. Розроблено рекомендації щодо раціонального ведіння очисних робіт у зонах впливу на технічні свердловини.

Based on the analysis of the experimental data parameters of the dependence of the degree of failure of vertical mine workings on their diameter in the bearing pressure zone are defined more exactly. Instructions for efficient mining in areas of influence on technical wells are worked out.

Одной из основных проблем оптимизации подземной разработки месторождений является максимальное извлечение запасов полезного ископаемого из недр при сохранении удовлетворительного состояния горных выработок, в частности технических скважин. Эффективное решение этой проблемы может быть осуществлено на основе создания новых, более совершенных параметров их защиты. Ввиду недостаточной проработанности вопроса охраны технические скважины охраняются целиками, построенными по углам сдвижения, без учета безопасной глубины подработки по аналогии с вертикальными шахтными стволами [1]. При этом законсервированные в целиках запасы угля, как правило, теряются безвозвратно.

В то же время многочисленные эксперименты, проводимые в соответствии с рекомендациями УкрНИМИ по отработке цели-

ков, показывают, что их размеры у технических скважин часто имеют завышенные размеры. Следовательно, имеется реальная возможность расконсервации миллионов тонн запасов угля из этих целиков при сохранении эксплуатационных способностей технических скважин.

Результаты проведенных исследований [2-10] позволили оптимизировать условия охраны технических скважин, при которых обеспечивается максимальное извлечение запасов угля из недр. Основными этапами такой оптимизации являются следующие:

- оценка степени влияния очистных работ на техническую скважину;
- выбор (при необходимости) адекватных мер защиты подрабатываемой скважины.

При разработке проекта подработки или проекта мер охраны [11] производится оценка влияния очистных работ на техническую скважину, которая содержит следующие основные этапы:

- 1) расчет мощности приповерхностной зоны подрабатываемого околоскважинного массива горных пород и сравнение его с фактической глубиной технической скважины;
- 2) определение безопасных условий подработки забоя технической скважины при сокращении размеров целика;
- 3) расчет сдвижений и деформаций массива горных пород по оси скважины от конкретной подрабатывающей очистной выработки и их сравнение с критическими значениями для крепи скважин;
- 4) прогноз степени нарушенности технических скважин в зоне опорного давления.

1. Расчет мощности приповерхностной зоны M подрабатываемого околоскважинного массива горных пород проводят по формуле [7]:

$$M = 55,4 \ln \left(\frac{H}{m} \right) - 294, \quad (1)$$

где $H_{\text{ср}}$ – средняя глубина разработки подрабатывающей очистной выработки, м;

m – вынимаемая мощность пласта, м.

В том случае, если фактическая глубина технической скважины не превышает данной величины, можно принимать решение о возможности ее подработки без каких-либо дополнительных мероприятий.

2. *Определение безопасных условий подработки забоя технической скважины при сокращении размеров целика* проводят в том случае, если условие предыдущего этапа не выполняются, т.е., если глубина скважины превышает мощность приповерхностной зоны. Допустимость подработки технической скважины в таких условиях определяется соотношением [4] (рис. 1):

$$(H - H_c) \geq h_3, \quad (2)$$

где H – глубина точки пересечения осью скважины подрабатываемого пласта, м;

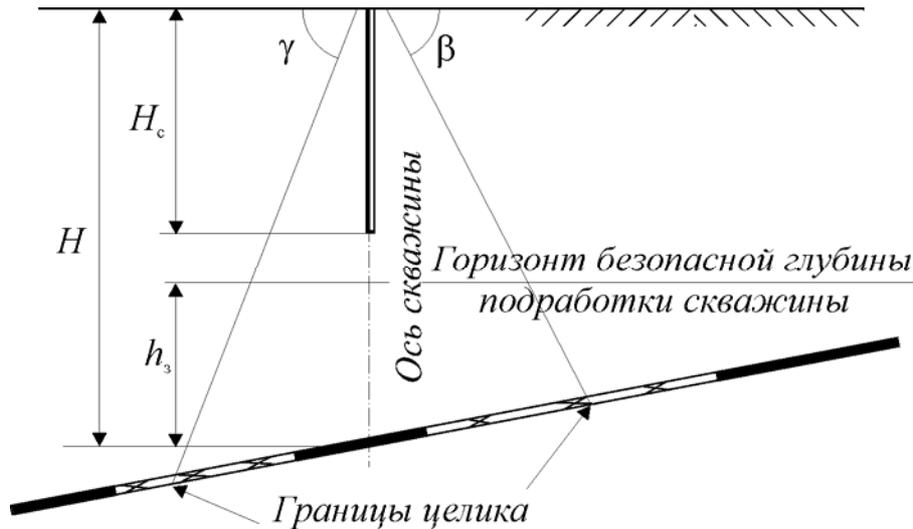
H_c – глубина подрабатываемой технической скважины, м;

h_3 – безопасная глубина подработки забоя скважины для рассматриваемых условий, м:

$$h_3 = (340 - 138/u) \cdot m \geq 0, \quad (3)$$

где u – полнота отработки условного целика, построенного по граничным углам от устья скважины.

3. *Расчет сдвижений и деформаций массива по оси подрабатываемой скважины* проводят в том случае, если для рассматриваемого случая взаимного расположения подрабатываемой технической скважины и подрабатывающей очистной выработки условие (2) не выполняется. В этом случае по методике УкрНИМИ [12] рассчитывают ожидаемые наклоны и относительные вертикальные деформации массива горных пород по оси подрабатываемой скважины, которые сопоставляют с критическими значениями деформациями для ее крепи [10]. Допустимость подработки определяется условием, при котором ожидаемые сдвигения и деформации массива не превышают критических.



β и γ – углы сдвижения, по которым строится целик

Рис. 1. Схема к определению безопасной глубины подработки забоя технической скважины при сокращении размеров предохранительного целика

4. Прогноз степени нарушенности технических скважин в зоне опорного давления осуществляют по аналогии с вертикальными шахтными стволами по трехбалльной системе (1 балл – крепь не нарушена, 2 балла – нарушения средней степени тяжести, 3 балла – нарушения тяжелой степени). Ранее на примере вертикальных шахтных стволов диаметром от 4,5 до 8,5 м нами было показано, что в зоне опорного давления, помимо фактора очистных работ, на состояние крепи влияет также их диаметр, при увеличении которого степень ее нарушенности возрастает при прочих равных условиях [3].

Проведенные дополнительные исследования позволили расширить диапазон исследуемых условий, добавив в него данные по техническим скважинам. Проведенные дополнительные исследования позволили расширить диапазон исследуемых условий, добавив в него данные по техническим скважинам. При этом для корректного совместного анализа разнородных данных (трехбалльная система оценки состояния стволов и бинарная – скважин [2]) были отобраны 27 случаев, в которых технические скважины, оказавшись в зоне опорного давления, остались нена-

рушенными, т.е. фактическая оценка состояния их крепи соответствовала 1 баллу в трехбалльной системе.

Статистический анализ исходных данных (всего 80 экспериментальных случаев подработки) позволил установить вид и параметры зависимости, учитывающей совместное влияние на степень нарушения вертикальных горных выработок обоих рассматриваемых факторов – фактора влияния очистных выработок X и диаметра вертикальной выработки d :

$$Y = (a_0 + a_1 \ln X)d^{a_2}, \quad (4)$$

где Y – прогнозируемая степень нарушения вертикальной горной выработки в трехбалльной системе оценок, балл;

a_i – эмпирические коэффициенты, которые для рассматриваемой выборки равны: $a_0 = 1,33$; $a_1 = 0,877$; $a_2 = 0,325$;

d – диаметр вертикальной горной выработки, м.

Анализ формулы (4) позволил сделать вывод о характере влияния диаметра вертикальной горной выработки на степень нарушения ее крепи, которая возрастает с его увеличением при прочих равных условиях. Так, при увеличении диаметра вертикальной горной выработки от 0,1 м до 8,0 м состояние ее крепи в одинаковых условиях влияния очистных работ может ухудшиться от ненарушенного (1 балл) до аварийного (2,5 – 3 балла).

Корреляционное отношение полученного уравнения регрессии (4) составило 0,93, что говорит о хорошей сходимости расчетных значений прогнозируемой величины с фактическими, и позволяет рекомендовать ее для прогноза нарушения крепи вертикальных горных выработок в зоне опорного давления.

В случае если расчеты по приведенным выше этапам оценки влияния очистных работ на техническую скважину не позволяют принять решения о подработке последней, следует применить меры ее защиты, которые разделяют на две крупных категории – конструктивные и горные.

Цель конструктивных мер защиты подрабатываемых объектов – приспособление их конструкции к восприятию тех или иных деформаций массива горных пород и земной поверхности, что, в конечном счете, обеспечивает сохранение функциональных

способности данных объектов, как в процессе подработки, так и после нее.

Горные меры защиты призваны снижать сдвигения и деформации массива горных пород и земной поверхности до безопасных для подрабатываемого объекта величин. В качестве основных горных мер защиты на практике применяются такие, как уменьшение эффективной мощности пластов (закладка выработанного пространства), изменение размеров выемочного участка, гармоническая отработка пластов под объектом и др.

Вследствие отсутствия доступа в большинство технических скважин по причине малого диаметра или отсутствия подъема введение конструктивных изменений в их крепь возможно, как правило, лишь на этапе строительства. Поэтому основными мерами их защиты являются горные меры.

Наиболее опасными для технических скважин являются деформации разрыва и среза ее крепи [4, 8], которые приурочены к участкам массива с деформациями вертикального растяжения и послойных сдвигов пород. Путем варьирования размеров очистной выработки и эффективной мощности разрабатываемого пласта в зоне влияния на подрабатываемую техническую скважину можно определить условия оптимальной отработки пласта в ее окрестностях, при которых ее крепь не будет нарушена. Так, на рис. 2 показаны возможные положения технических скважин при подработке их очистной выработкой. Уменьшение размера лавы с D_1 до D_1^1 приведет к следующим изменениям:

- для скважин *I* и *II* уменьшится полнота отработки и условного целика, что согласно формуле (3) приведет к уменьшению безопасной глубины их подработки;

- зона полных сдвижений 1 (пунктирная штриховка, параллельная пласту) уменьшится до размеров 1^1 (сплошная штриховка, параллельная пласту), вследствие чего нижний участок скважины *I* окажется вне зоны полных сдвижений и, следовательно, значения относительных вертикальных деформаций растяжения массива горных пород на этом участке массива уменьшатся;

- скважина *II* окажется вне зоны послойных сдвигов потому, что эта зона переместится из положения 2 (косая пунктирная штриховка) в положение 2^1 (косая сплошная штриховка).

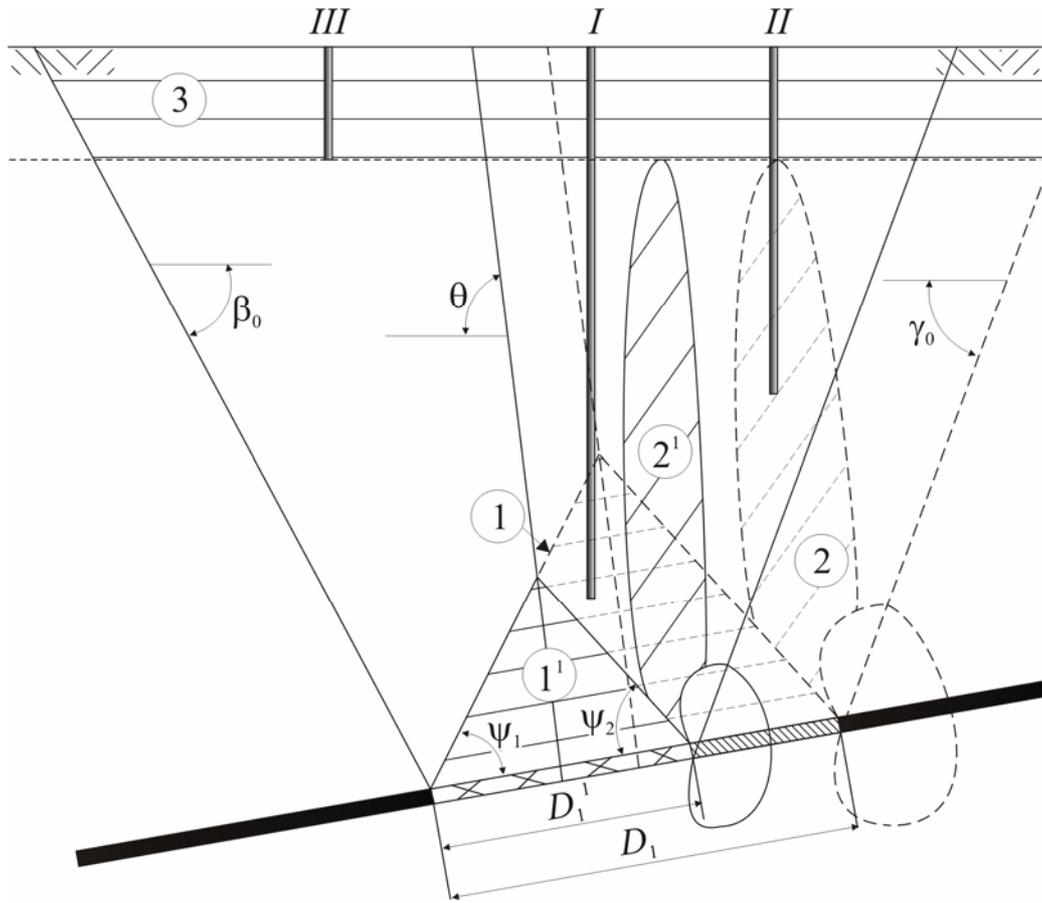


Рис. 2. Схема возможных положений технических скважин в области сдвижения горных пород при уменьшении размеров подрабатываемой лавы

Уменьшение эффективной мощности пласта в области влияния на подрабатываемые скважины I, II и III:

– увеличит кратность подработки земной поверхности и, следовательно, вызовет увеличение мощности приповерхностной зоны M (скважина III);

– увеличит кратность подработки забоев K_3 , что вызовет уменьшение безопасной глубины их подработки при сокращении размеров целика;

– снизит деформации массива по осям скважин.

На рис. 3 показана структурно-логическая схема реализации подработки технических скважин, обобщающая приведенные здесь рекомендации.

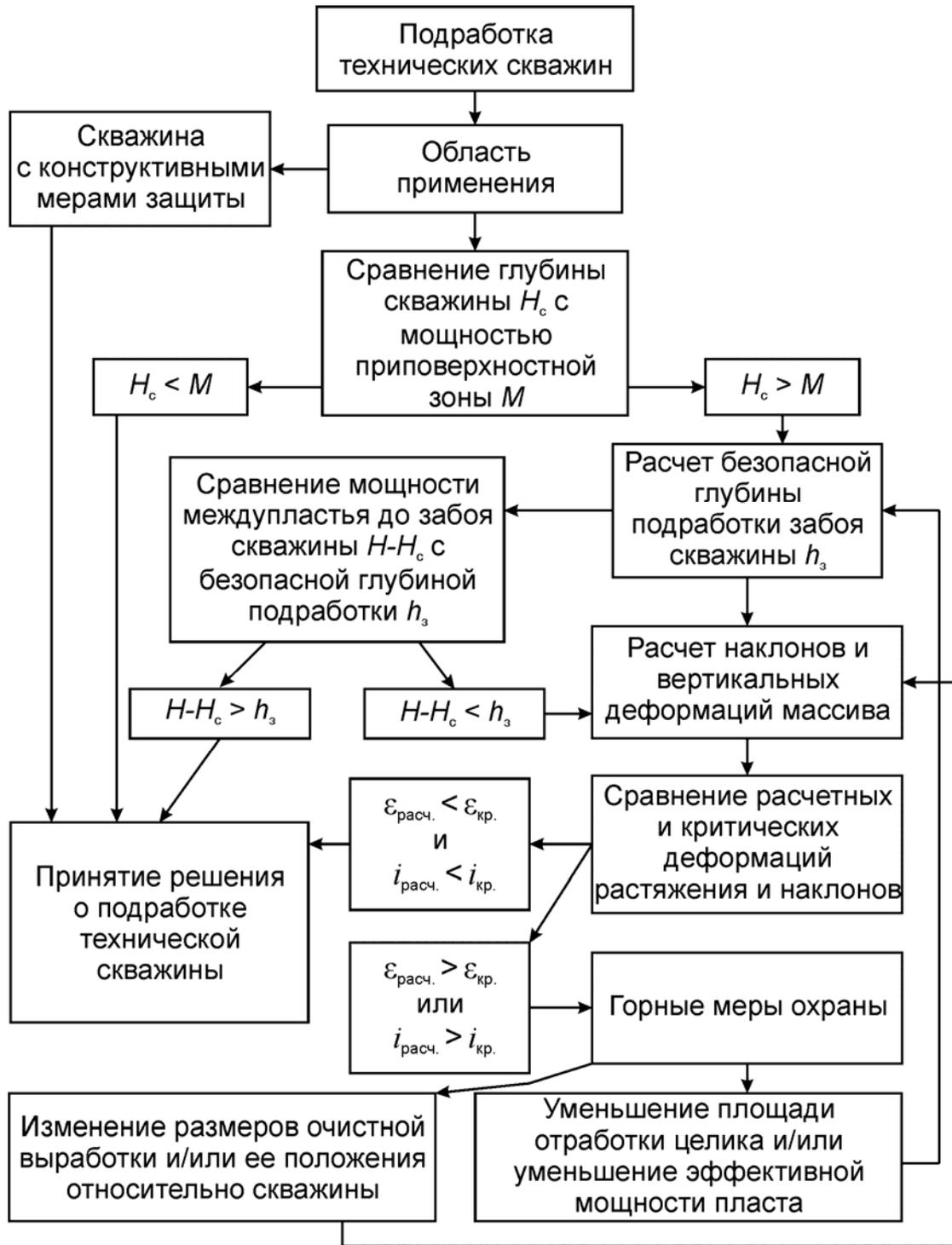


Рис. 3. Структурно-логическая схема реализации подработки технических скважин

Применение описанной выше методики позволит производить рациональную отработку угольных пластов в зонах влияния на технические скважины. Так в 2008 г. по нашим рекоменда-

ям была проведена частичная отработка предохранительного целика под вентиляционную и воздухоподающую скважины шахты "Добропольская" ГП "Добропольеуголь" в пласте m_4^0 (рис. 4), в результате которой было расконсервировано более 54 тыс. т угля.

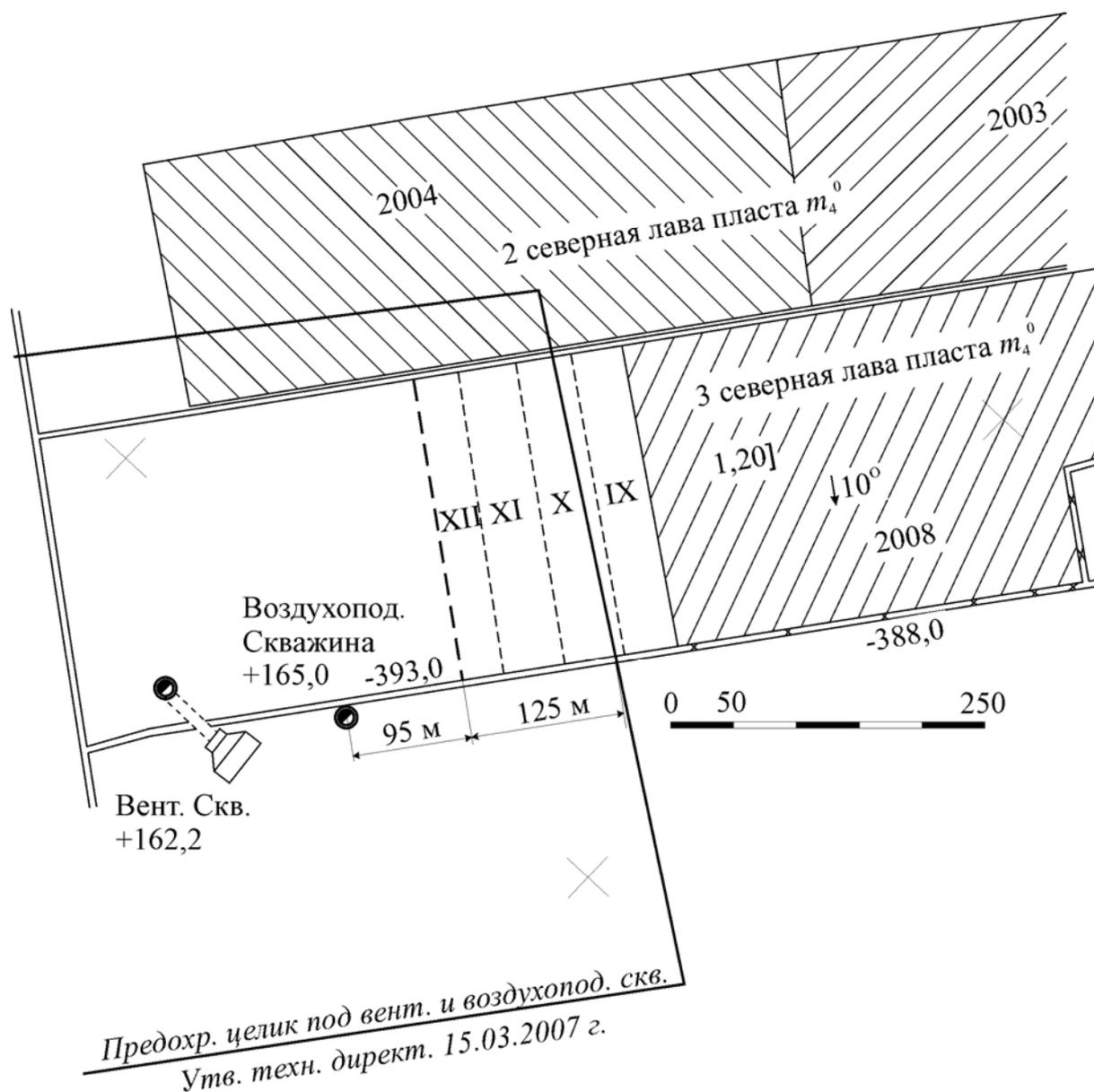


Рис. 4. Выкопировка из плана горных выработок пласта m_4^0 шахты "Добропольская"

ВЫВОДЫ

1. Анализ экспериментальных данных показал, что на нарушение вертикальной горной выработки при подработке в

условиях повышенного горного давления помимо фактора очистных работ влияет также ее диаметр, при увеличении которого степень нарушенности крепи возрастает при прочих равных условиях. Так, при увеличении диаметра вертикальной горной выработки от 0,1 м до 8,0 м состояние ее крепи может ухудшиться от ненарушенного до аварийного.

2. Определены вид и параметры уравнения регрессии, описывающего зависимость нарушенности вертикальной горной выработки от ее диаметра и степени влияния очистных выработок.

3. На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по рациональному ведению очистных выработок в зонах влияния на технические скважины.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом [Текст]: ГСТУ 101.00159226.001-2003: Затв. Мінпаливенерго України 28.11.2003. – Київ, 2004. – 128 с.
2. Кулибаба С. Б. Безопасная глубина подработки технических скважин [Текст] / С. Б. Кулибаба, Б. В. Хохлов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України: зб. наук. пр. – Донецьк, 2007. – № 1. – С. 128–134.
3. Кулибаба С. Б. Диаметр вертикальных горных выработок как фактор, влияющий на степень их нарушенности при подработке [Текст] / С. Б. Кулибаба, Б. В. Хохлов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України: зб. наук. пр. – Донецьк, 2008. – № 2. – С. 7–13.
4. Кулибаба С. Б. Оптимізація розташування очисних виробок в зоні впливу на технічні свердловини [Текст] / С. Б. Кулибаба, Б. В. Хохлов, Ю. В. Пакін // Наукові праці УкрНДМІ НАН України: зб. наук. пр. – Донецьк, 2008. – № 3. – С. 105–113.
5. Хохлов Б. В. Конструктивный способ защиты технических скважин от вредного влияния очистных выработок [Текст] / Б. В. Хохлов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України: зб. наук. пр. – Донецьк, 2009. – № 4. – С. 140–144.

6. Кулибаба С. Б. Проблема охраны технических скважин от вредного влияния очистных выработок / С. Б. Кулибаба, Б. В. Хохлов, В. С. Дзюбак // Уголь Украины. – 2005. – № 11. – С. 44–46.
7. Кулибаба С. Б. Особенности процесса сдвижения массива горных пород в приповерхностной зоне [Текст] / С. Б. Кулибаба, А. В. Шиптенко, Б. В. Хохлов, А. А. Шоломицкий // Вісті Донецького гірничого інституту ДонНТУ. – Донецьк, 2007. – Вип. 1. – С. 137–145.
8. Кулибаба С. Б. Деформации крепи технических скважин при их подработке / С. Б. Кулибаба, Б. В. Хохлов // Проблеми гірського тиску. – Донецьк: ДонНТУ. – 2007. – Вип. 15. – С. 141–150.
9. Кулибаба С. Б. Определение точек максимальных наклонов в мульде сдвижения [Текст] / С. Б. Кулибаба, М. Д. Рожко, Б. В. Хохлов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія гірничо-геологічна: зб. наук. пр. – Донецьк, 2009. – № 9 (143). – С. 158–167.
10. Хохлов Б. В. Оценка критических деформаций породного массива при подработке технических скважин [Текст] / Б. В. Хохлов // Уголь Украины. – 2009. – № 3. – С. 35–37.
11. Иофис М. А. Геолого-маркшейдерское обеспечение безопасного освоения и сохранения недр [Текст] / Иофис М. А., Кулешов В. М., Помельникова В. В.; Под ред. академика РАН К. Н. Трубецкого – М.: ИПКОН РАН, 2008. – 308 с.
12. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах [Текст]. Методические указания: КД 12.01.01.201-98: Утв. Минуглепромом Украины 25.06.98. – Донецк: УкрНИМИ, 1998. – 154 с.