

Библиографический список:

1. Касимов О.И., Касьянов В.В., Радченко В.В. Опыт и перспективы использования метана, выделяющегося из закрытых шахт // Уголь Украины – 2001 – № 4 – С. 38-40.
2. Ермаков В.Н., Петренко С.Я., Касимов О.И., Кочерга В.Н. О предотвращении выделения газов из ликвидируемых шахт Стахановского региона // Уголь Украины – 1999 – № 5 – С. 15-17.
3. Кузьмин Д.В., Силаев Н.Н., Михайлов В.И. О метановыделении за пределами выемочных участков из старых ранее отработанных горизонтов. (Борьба с газом, пылью и выбросами в угольных шахтах.) – МакНИИ, 1972 – вып. 8.
4. Инструкция по защите зданий от проникновения метана: МакНИИ, 1986 – 60 с.
5. Семенов А.П., Петренко С.Я., Касимов О.И., Кочерга В.Н. Метановыделение из остановленных выемочных участков и ликвидированных шахт // Уголь Украины – 2001 – № 2-3 – С. 24-27.
6. Технология закрытия (ликвидации) угольных шахт: Учеб. пособие вузов / Под редакцией докт. техн. наук, проф. Ярембаша И.Ф. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 238 с.
7. Циганек И., Ярембаш И.Ф., Ворхлик И.Г., Нестеренко Б.И., Пилюгин В.И. О мерах по предотвращению скоплений метана при ликвидации шахт // Проблемы экологии – 1998 – №1 – С. 42-44.

УДК 622.838

ФЕОФАНОВ А.Н. (УкрНИИМИ НАН Украины)

ПРОБЛЕМА СТАРЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

Рассмотрены вопросы безопасности при работе в старых горных выработках. Установлены особенности параметров процесса сдвижения породной толщи над старыми горными выработками. Разработаны расчётные методы количественной оценки степени опасности старых горных выработок для земной поверхности. Предложен комплекс мероприятий по оценке степени опасности старых горных выработок для участков земной поверхности и их эксплуатационной пригодности.

Розглянуто питання безпеки при роботі в старих гірничих виробках. Встановлено особливості параметрів процесу сдвигу породної товщі над старими гірничими виробками. Розроблено розрахункові методи кількісної оцінки ступеня безпеки старих гірничих виробок для земної поверхні. Запропоновано комплекс заходів по оцінці безпеки старих гірничих виробок для участків земної поверхні та їх експлуатаційної потреби.

Safety issues are considered at work in old mountain manufactures. Features of parameters of process of shift pedigree thickness above old mountain manufactures are established. Settlement methods of a quantitative estimation of a degree of danger of old mountain manufactures for a terrestrial surface are developed. The complex of actions is offered according to a degree of danger of old mountain manufactures for sites of a terrestrial surface and their operational suitability.

Многолетняя добыча угля в Донбассе на малых глубинах значительным количеством старых шахт, а также отработка на выходах вновь разрабатываемых пластов действующими угольными предприятиями, привели к подработанности обширной площади угольного бассейна.

Небольшая глубина ведения горных работ и, как следствие, незначительное горное давление, а также повсеместное применение целиков для поддержания кровли способствовали сохранению пустот в выработках старых шахт. При определенных условиях происходит активизация процесса сдвижения породной толщи, и заполнение сохранившихся пустот вышележащими породами. Это приводит к образованию повреждений земной поверхности, сопровождающихся значительными деформациями. Такие явления зафиксированы практически во всех горнопромышленных районах Донбасса. По статистике в одном только объединении «Донецкуголь» ежегодно происходит до 3-х провалов земной поверхности. При крутом залегании пластов (ПО «Орджоникидзеуголь», «Артёмуголь») этот показатель на порядок выше.

Интенсивная застройка угленосных территорий в 1970-80 —х годах позволяла проектировщикам избегать проблем, связанных со старыми горными выработками, путем вовлечения в строительство участков, не подверженных влиянию таких выработок. Однако большая часть зданий и сооружений уже была возведена на подработанных территориях. Возникла новая проблема, связанная с сохранением эксплуатационной пригодности поверхностного комплекса таких участков. Поверхностный комплекс угленосных территорий представлен зданиями и сооружениями различного типа, большая часть которых не имеет конструктивных мер защиты или рассчитана на деформации земной поверхности без учета возможного заполнения пустот, сохранившихся на верхних горизонтах старых шахт, вышележащими горными породами. В то же время современные экономические реалии часто вынуждают заниматься проектировкой и застройкой именно таких участков.

В настоящее время вопросы, связанные с безопасной эксплуатацией земной поверхности и сооружений над старыми горными выработками, стоят как никогда остро. Продолжающаяся реструктуризация угольной промышленности Украины, когда из эксплуатации исключается целый ряд нерентабельных шахт, приводит к увеличению сети заброшенных горных выработок и их затоплению. Например, по данным фондов ПО «Донецкуголь» на территории этого объединения имеется 878 горных выработок с выходом на поверхность в том числе: стволов вертикальных шахт – 352, стволов наклонных шахт – 150, шурфов – 349, других горных выработок – 27. Из них требует ликвидации – 64, подсыпки – 57. В ПО «Макеевуголь» имеется 138 недействующих вертикальных и наклонных выработок, выходящих на поверхность, из них: вертикальных стволов и шурфов – 98, наклонных стволов – 40. Кроме вскрывающих и подготовительных выработок приповерхностный массив на выходах в значительной степени изрезан старыми очистными выработками (камерами, заходками и т.п.) малых размеров, выработанное пространство которых в большинстве случаев сохраняет свои первоначальные размеры и в любой момент потенциально готово к активизации.

Интенсивное изменение гидрогеологического состояния (затопление или осушение) приповерхностного массива увеличивает вероятность активизации процесса сдвижения породной толщи над сохранившимися на верхних горизонтах выработками. Как следствие – образование на земной поверхности повреждений в виде провалов и локальных оседаний (микромурд). Кроме того, земельная реформа потребует решения целого ряда вопросов экономического и юридического характера, связанных с дифференцированным подходом в системе налогообложения и денежной оценки земельных участков, в различной степени подработанных старыми горными выработками.

На опасность для земной поверхности старых выработок, залегающих на малых глубинах, неоднократно указывали в своих работах отечественные и зарубежные специалисты [1..3].

В течение многих лет автор занимался сбором случаев повреждений земной поверхности над старыми горными выработками. В настоящее время создан каталог таких повреждений, состоящий из 88 случаев. Необходимо отметить, что сбор таких данных сопровождался определёнными трудностями. Многие руководители угольных предприятий неохотно шли на огласку таких фактов. Как правило, возникшее повреждение быстро устранялось путём засыпки подручными материалами. Документально фиксировались лишь существенные случаи, возникшие в инфраструктуре с плотной застройкой и приведшие к значительным повреждениям или полному разрушению объектов поверхности. Большинство случаев, не представлявших опасность для объектов поверхности и жизни людей, относились к рядовым случаям, не документировались и остались без внимания со стороны специалистов. К сожалению, такая тенденция сохраняется.

В декабре 1979 года во время засыпки вертикального ствола отработанной шахты № 30 ПО «Донецкуголь» была повреждена кирпичная крепь ствола. В результате этого наносы мощностью около 35 м устремились в ствол, и вскоре на устье ствола образовалась обширная воронка средним диаметром 21,7 м и глубиной 9,3 м. Ствол был построен в 1872 г, глубина – 335 м. Объем воронки составил 2260 м³. О степени таких провалов для поверхностных сооружений говорит тот факт, что в образовавшуюся воронку провалилось надшахтное здание вместе с пристройками и в полуразрушенном состоянии застряло на глубине 10 м от поверхности.

В апреле 2001 г. произошло обрушение земной поверхности на территории рынка в Червоногвардейском районе г. Макеевки (фото 1).



Фото 1 – Провал на устье старого вертикального ствола № 6-14 в Червоногвардейском районе г. Макеевки

Образовалась воронка обрушения диаметром 25-30 м. Установлено, что провал произошел на устье старого ствола шахты № 6/14 ПО «Макеевуголь», работающей с конца 19-го века. Глубина ствола более 200 м. Ствол был частично засыпан, перекрыт двутавровыми балками и рельсами. Как следствие, в ствол обвалилась часть территории рынка со складскими помещениями.

В октябре 2006 г. сотрудниками УкрНИМИ было проведено обследование промплощадки шх. № 20 ДП «Шахта Постниковская» ПО «Шахтёрскантрацит», где над наклонными главным и вспомогательным стволами произошло обрушение земной поверхности (фото 2, 3).

В районе ПК 2 (глубина 13-15 м) произошло обрушение пород кровли с перемещением свода обрушения в породной толще. На промплощадке в районе здания кладовой образовалась воронка провала диаметром в плане 3,5 м. Точная дата образования провала неизвестна.



Фото 2 – Провал над вспомогательным наклонным стволом ш. № 20 «Постниковская» ПО «Шахтёрскантрацит»

Выработка была перекреплена. В качестве ликвидационных мер было принято решение о засыпке воронки подручным материалом (бытовым мусором, использованными автомобильными покрышками, тюками соломы).

Для предотвращения попадания дождевых вод и последующего выноса закладочного материала место провала накрыли шифером. Однако воронка провала периодически увеличивалась в размерах за счёт регулярного обрушения её стенок. Одновременно в стволе происходило обрушение пород кровли и проводилось очередное перекрепление.

Так, по состоянию на 14.05.2003 г. размеры воронки в плане составляли 3,5 x 5 м. При этом объём воронки (обрушенного материала) составил 263 м³. На закладку этой пустоты ушло 1440 тюков соломы. Далее опять произошло обрушение стенок воронки по оси ствола в основном в сторону падения на 3,5 - 4 м. Объём обрушенной породной массы составил 189 м³. Под кладовой обнажился фундамент, и здание частично попало в зону провала. На участке выработки 8 м проведена ликвидация завала выработки с последующим перекреплением. В настоящее время размеры воронки провала в плане составляют 8 x 15 м. Здание кладовой частично зависло над провалом.



Фото 3 – Провал над главным наклонным стволом ш. № 20 «Постниковская» ПО «Шахтёрскантрацит»

Над главным стволом так же образовалась воронка провала размерами в плане 5 x 10 м. Расстояние между осями стволов 12 м, между образовавшимися провалами около 8 м. По данным маркшейдерской службы шахты доступ в главный наклонный ствол невозможен, т.к. он в месте развития провала завален обрушившимися породами от кровли выработки до земной поверхности на участке около 10 м.

Опасность для земной поверхности представляют не только протяжённые вертикальные, наклонные или горизонтальные старые горные выработки, но и старые очистные (камеры, заходки, копи и т.д.) малых размеров, кровля которых склонна к зависанию и самопроизвольному обрушению. На поверхности в таких случаях образуются небольшие по размеру мульды, которые ещё называют микромульдами или локальными оседаниями. Уродуется не только поверхностный ландшафт, но и разрушаются сооружения, попадающие в зону их влияния, т.к. деформации земной поверхности при этом составляют несколько десятков мм/м.

Так, на территории посёлка ш. им. Фрунзе ПО «Ростовуголь» над старыми очистными выработками возникло реальное оседание поверхности в виде «блюдца» диаметром до 20 м и глубиной до 40 см. Аналогичное деформирование земной поверхности произошло в 1985 г. в г. Зугресе Донецкой обл. Частые порывы водовода привели к замачиванию породной толщи и последующему её обрушению над старой лавой пласта g₂ 1947 года отработки. Глубина отработки 38 м. Максимальные оседания составили 380 мм, горизонтальные деформации 10 мм/м, наклоны 20 мм/м. Поверхностные объекты (частные гаражи), попавшие в зону влияния старой очистной выработки, получили серьёзные повреждения.

В отчётах УкрНИМИ описаны случаи образования таких повреждений на территории посёлка шахты им. Фрунзе (ПО «Ростовуголь»), где наблюдались оседания поверхности в виде блюдца диаметром около 20 м и глубиной до 0,5 м. Горизонтальные деформации при таких параметрах мульды составили 30-40 мм/м.

На территории, закреплённой за шахтоуправлением им. О. Кошевого ПО «Краснодонуголь» площадью 77 км², зарегистрировано 788 ликвидированных вертикальных и наклонных стволов, шурфов, сбоек. Ежегодно провалы и деформирования земной поверхности возникают на новых местах и на устьях уже ликвидированных выработок.

Из-за частых периодических оседаний и провалов поверхности было заморожено строительство микрорайона № 1 завода стального литья г. Шахты, несмотря на ряд соображений о целесообразности застройки именно этого участка: близость к заводу, наличие свободных земель, необходимость благоустройства этого района города, наличие коммуникаций.

Проведенными исследованиями [4] установлено следующее:

1. При оценке степени опасности для земной поверхности старых выработок необходим дифференцированный подход.

Анализ зафиксированных случаев повреждений земной поверхности старыми выработками показал, что различным типам этих выработок соответствуют свои характерные повреждения массива и земной поверхности. Над старыми очистными выработками происходит сдвигание массива с образованием локальных оседаний на земной поверхности («микромульды»). Наиболее опасная форма повреждений в виде воронок провалов, на долю которых приходится более 90% всех зафиксированных случаев (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение повреждений земной поверхности по типам выработок

Тип выработки	Число повреждений	Частность %
Штреки	28	32
Сбойки наклонные и горизонтальные	15	17
Стволы вертикальные, шурфы	12	15
Стволы наклонные	10	11
Очистные выработки	7	8
Камеры, заходки	5	6
Бремсберги	3	3
Гезенки	1	1
Неопределённый (общий контур)	6	7
Всего	87	100
из них:		
линейно вытянутые	61	70
вертикальные выработки	13	15
очистные выработки	7	8

Они характерны для старых протяженных (подготовительных, магистральных) и вертикальных выработок (стволов, шурфов, скважин). В последних случаях количество обвалившегося в воронку материала может многократно превышать размеры самой выработки, и в зоне повреждения оказываются участки земной поверхности очень больших размеров. В таблице 1 приведены данные о повреждениях над различными типами старых выработок, из которых следует, что более 70% произошли над протяжёнными (линейно вытянутыми) выработками.

2. Вид, форма и направление развития возможного повреждения земной поверхности при активизации процесса сдвижения массива над старой выработкой определяется её типом и условиями залегания.

Точечные повреждения (провалы) на устьях выработок, характерные как для вертикальных вскрывающих выработок (стволы, шурфы, скважины) и для вертикальных скрытых сбоек (гезенки), так и для протяжённых выработок мелкого заложения с локально сохранившимися пустотами и условиями для перепуска пород на нижележащие горизонты. В то же время провалы могут образовывать и очистные выработки малых размеров (камеры, заходки) крутопадающих пластов, где велика вероятность перепуска обрушенной массы. Точечные повреждения, разрастаясь до определённых размеров за счёт обрушения стенок воронок, остаются привязанными в плане к оси выработки.

Линейные повреждения представляют собой воронки провалов эллипсообразной формы, вытянутые вдоль оси протяжённой выработки. Характерны для капитальных и подготовительных выработок. При развитии провала над наклонной протяжённой выработкой, его воронка имеет тенденцию к увеличению своих размеров в направлении падения выработки.

Площадные повреждения (мульды, микромульды) приводящие к значительным оседаниям относительно больших участков земной поверхности за короткий промежуток времени, присущи старым очистным выработкам мелкого заложения.

В настоящее время разработана классификация форм проявления старых горных выработок на земной поверхности и определён минимум условий, при которых та или иная выработка может представлять опасность для земной поверхности (рис. 1). В основу классификации повреждений положены геометрическая форма и возможные направления их развития.

3. Установлены факторы, влияющие на процессы активизации сдвижения породной толщи над старыми горными выработками.

Необходимой предпосылкой для активизации сдвижения породной толщи над старыми горными выработками на малых глубинах являются сохранившиеся пустоты. Все влияющие на развитие повреждений факторы можно разделить на три основные группы: факторы, способствующие сохранению пустот, провоцирующие и сопутствующие факторы (рис. 2). Провоцирующие – это такие факторы, которые являются первопричиной (толчком) возможного повреждения, провоцируя и инициируя его развитие. Сопутствующие факторы в большинстве случаев выступают в роли катализатора или замедлителя процесса обрушения.

Они природны по своей сути и изначально заложены в массиве. Провоцирующие факторы динамичны и изменчивы. Влияние их не постоянно и изменяется во времени. Сопутствующие факторы – величины более постоянные для определённого породного массива, отражающие его физико-механическое состояние и очень медленно изменяющиеся во времени. Если провоцирующие факторы, как правило, вызывают процесс обрушения, то сопутствующие определяют размер (параметры) возможного повреждения.

4. Проведена оценка современного состояния старых горных выработок на малых глубинах.

Анализ результатов бурения скважин на горизонты залегания старых горных выработок [5] показал, что вероятность сохранения пустот в старых очистных выработках в первую очередь зависит от прочности вмещающих пород, которая может быть охарактеризована их степенью метаморфизма. Чем выше степень метаморфизма, тем больше вероятность сохранения пустот. Очистные выработки, залегающие в районах малой (Д, Г) и средней (Ж, К, ОС) степени метаморфизма, не представляют опасности для земной поверхности, так как сохранение пустот в них маловероятно.

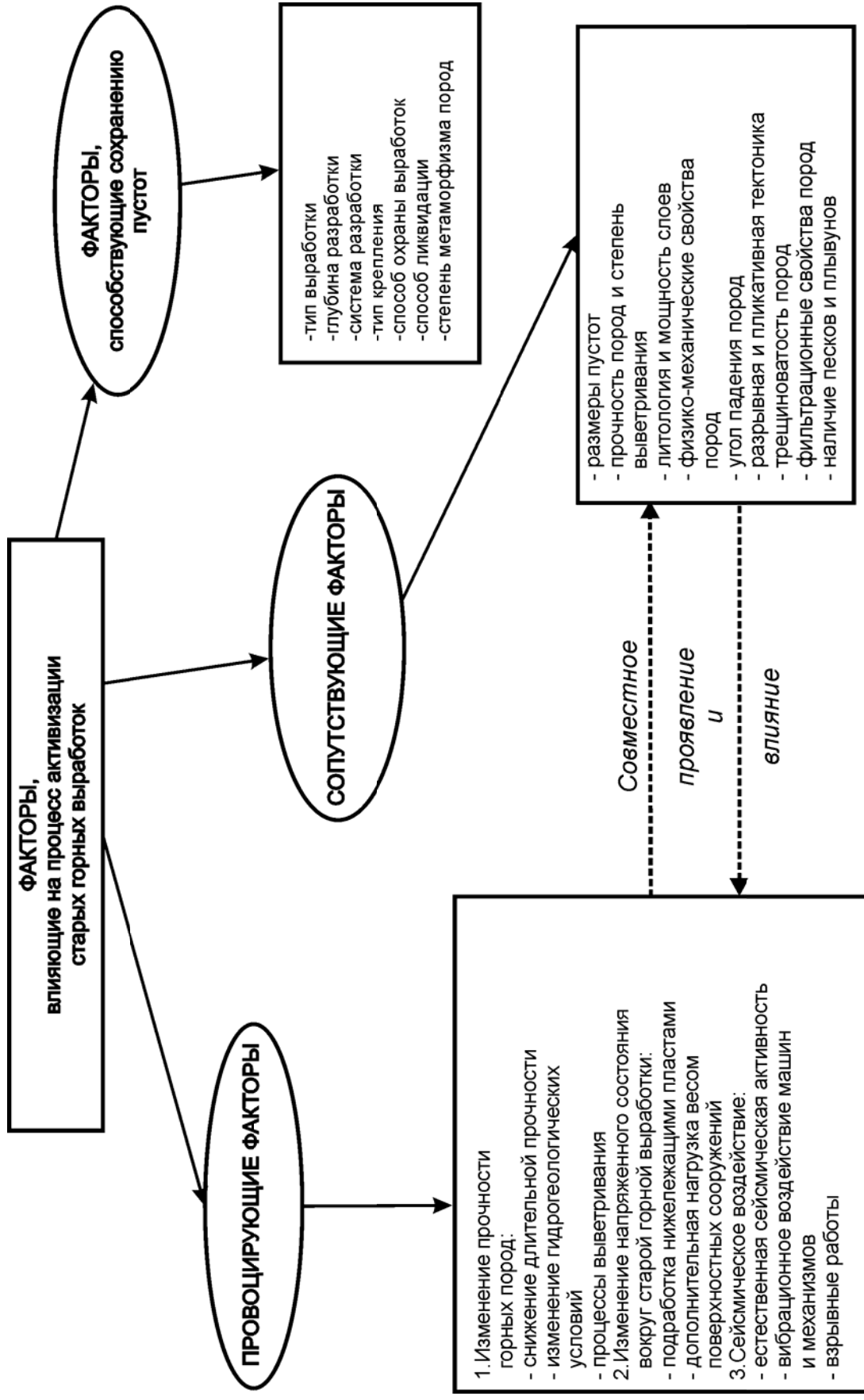


Рисунок 2 – Факторы, влияющие на процесс активизации породной толщи над старыми горными выработками

Для групп высокой степени метаморфизма (А, Т) наиболее опасными для земной поверхности являются очистные выработки, залегающие в интервале глубин 35-90 м, с вероятностью сохранения в них пустот до 80% (рис. 3).

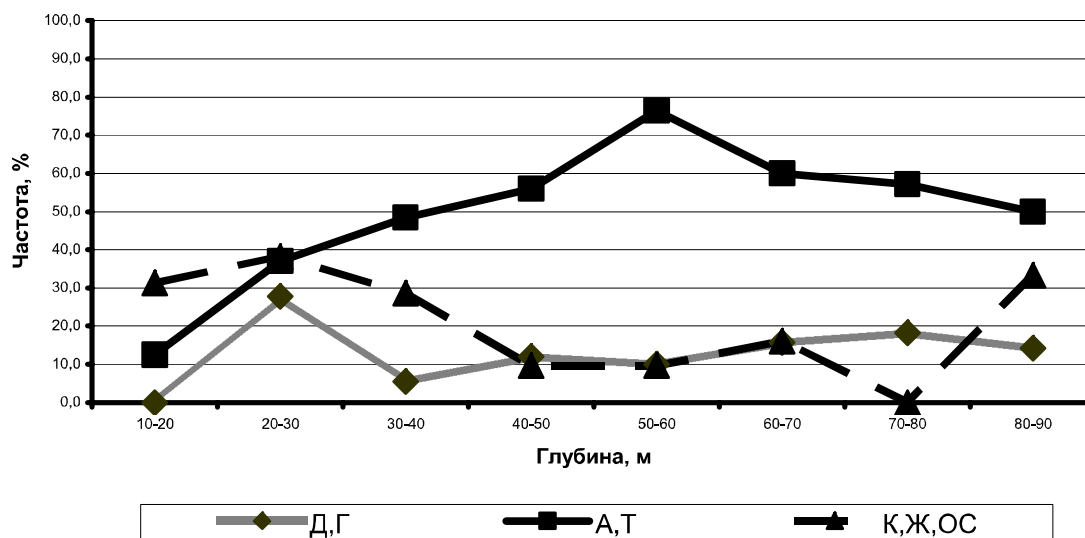


Рисунок 3 – Распределение пустот в старых очистных выработках на малых глубинах

В протяжённых (линейно-вытянутых) выработках для районов с различной степенью метаморфизма вероятность сохранения пустот и обрушенного состояния примерно одинакова на всём интервале глубин 0-90 м. Только в группе низкого метаморфизма (Д, Г) в интервале глубин 40-75 м обрушения в выработках встречаются в 2 раза чаще, чем пустоты (рис. 4). Поэтому протяжённые выработки, независимо от их принадлежности к той или иной группе метаморфизма и глубины залегания необходимо рассматривать на возможность их опасного проявления.

5. Прочностные свойства породного массива, включающего в себя старые горные выработки, при водонасыщении изменяются неравномерно.

Массив, включающий старые горные выработки, приурочен, в основном, к приповерхностной зоне выветрелых пород, что вносит свои особенности в механизм процесса активизации породной толщи, образование и развитие повреждений в массиве и на земной поверхности. Анализ прочностных свойств приповерхностного массива [6] показал, что породы в зоне выветривания характеризуются значительно меньшей прочностью, нежели более глубоко залегающие слои. При водонасыщении наибольшая потеря прочности наблюдается у глинистых пород, которая составляет от 40 до 70 %. У песчаников потеря прочности при увлажнении меньше (от 15 до 38 %) и зависит от степени выветрелости и трещиноватости. Прочность известняков в сухом и влажном состоянии практически одинакова.

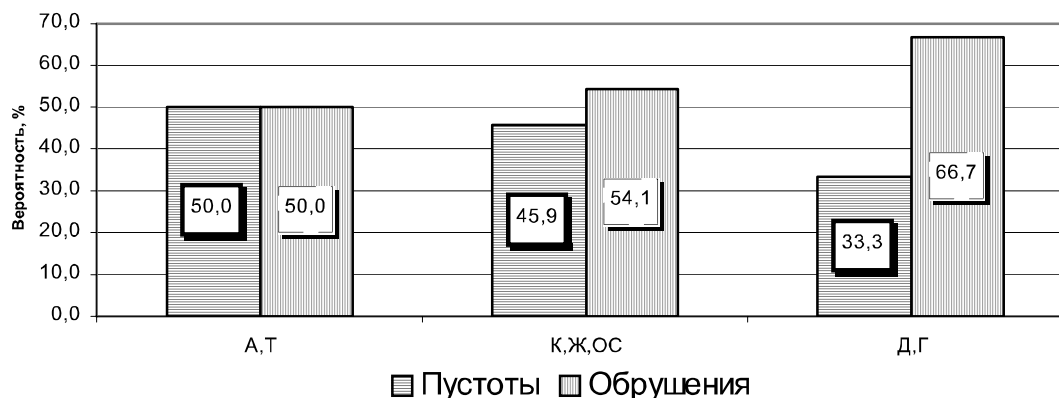


Рисунок 4 – Распределение пустот и обрушений в протяженных выработках на малых глубинах.

Прочность песчаников в диапазоне глубин от 5 до 70 м практически не зависит от глубины как для образцов в сухом, так и в водонасыщенном состоянии. Наибольшая связь прочностных свойств с глубиной отмечается у слабывыврелых аргиллитов и алевролитов, известняков и пород зон тектонических нарушений (коэффициенты корреляции в этих случаях составляют 0,25 - 0,42).

6. Установлены особенности параметров процесса сдвижения породной толщи над старыми горными выработками.

Исследованиями [7] установлено, что относительная величина максимального оседания на малых глубинах меньше рекомендуемой "Правилами..." [8] и с уменьшением глубины разработки уменьшается.

Степень метаморфизма не оказывает существенного влияния на величину максимального оседания породной толщи. С увеличением угла падения пород величина максимального оседания уменьшается.

Между угловыми параметрами и глубиной отсутствует существенная функциональная зависимость. Наиболее показательны функциональные зависимости между угловыми параметрами и углами падения пластов, где угловые параметры больше нормативных [8] как в общей совокупности данных, так и по каждой группе метаморфизма (табл. 2). В связи с этим размеры мульд повреждений на земной поверхности будут меньше.

Таблица 2 – Зависимость угловых параметров процесса сдвижения от угла падения пластов

Марки угля	Граничный угол со стороны падения β_0	Граничный угол со стороны восстания γ_0	Угол максимальных оседаний θ_0
Д, Г	$65^\circ - 0,24\alpha$	$74^\circ + 0,16\alpha$	$90^\circ - 0,5\alpha$
Ж, К, ОС	$89^\circ - 0,98\alpha$	$79^\circ - 0,19\alpha$	$90^\circ - 0,6\alpha$
А, Т	$69^\circ - 0,43\alpha$	$76^\circ + 0,31\alpha$	$90^\circ - 0,7\alpha$

С увеличением степени метаморфизма (прочности пород) уменьшается угол максимального оседания. Обрушение пород происходит преимущественно по нормали к напластованию. В породах слабой степени метаморфизма угол максимального оседания стремится к 90° , что вызывает обрушение пород по вертикали к земной поверхности.

7. Разработаны расчётные методы количественной оценки степени опасности старых горных выработок для земной поверхности.

Оценка степени опасности старых горных выработок для земной поверхности должна проводиться исходя из потенциальной возможности выработок образовывать на земной поверхности те или иные повреждения, согласно представленной выше классификации.

Для выработок, склонных к образованию провалов такая оценка заключается в расчёте высоты развития свода обрушения вышележащих породных слоёв H и сравнении её с глубиной залегания выработки от поверхности карбона H_k . Высота свода обрушения при накоплении обрушенного материала на почве выработки определяется размерами выработки (пустоты) и коэффициентом остаточного разрыхления обрушенных пород.

$$H = 2,5 \frac{h}{(k_p - 1)}, \quad (1)$$

где h – высота сохранившейся старой выработки (пустоты);

k_p – коэффициент остаточного разрыхления обрушенных пород.

Величина k_p во многом определяется физико-механическими свойствами вышележащей толщи. С учётом послойного обрушения и разрыхления всех слоёв породной толщи, залегающих над пустотой, используют усреднённый коэффициент остаточного разрыхления:

$$k_p = \frac{\sum k_{pi} h_i}{\sum h_i}, \quad (2)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$ – количество слоёв коренных пород карбона над выработкой;
 k_{pi} – коэффициент остаточного разрыхления пород i – го слоя при обрушении;
 h_i – мощность i -го слоя.

С увеличением степени метаморфизма (увеличении доли крепких пород) уменьшается глубина, с которой возможно образование провалов на земной поверхности. Для районов низкой степени метаморфизма (марки углей Д, Г) возможно образование провалов в интервале глубин 0-160 м.

Для антрацитовых районов достаточно оценивать опасность старых выработок в интервале глубин 0-60 м. Наличие дополнительного пространства для приёма обрушенной массы в несколько раз увеличивает высоту свода обрушения.

С этих позиций наибольшую опасность представляют пересечения двух или нескольких линейно-вытянутых (протяжённых) выработок, а так же камерно-столбовая система отработки очистных выработок. В случае выхода свода обрушения на поверхность рассчитываются возможные параметры воронки провала и направление последующего её развития.

Так как старые очистные выработки, как правило, образуют на земной поверхности локальные оседания и мульды малых размеров, то для них нет необходимости рассчитывать ожидаемые величины деформаций по всей площади повреждения. Достаточно рассчитать максимальные.

Существующие методы прогноза сдвижений и деформаций породного массива и земной поверхности [8] не применимы для старых выработок, сохранившихся на малых глубинах, т.к. они создавались и апробировались для условий средних и больших глубин.

С увеличением прочности пород (степени метаморфизма) максимальные величины всех видов деформаций при малых глубинах разработки уменьшаются. В ходе исследования [7] установлена влияющая роль степени метаморфизма на величины деформаций земной поверхности при отработке мелких лав на малых глубинах.

В табл. 3 представлены выражения для расчета коэффициентов, полученных экспериментальным путем, используемых в последствии в выражениях для расчета максимальных наклонов, кривизны и горизонтальных деформаций.

8. Предложен комплекс мероприятий по оценке степени опасности старых горных выработок для участков земной поверхности и их эксплуатационной пригодности.

Данный комплекс мероприятий представлен в главе 5 работы [4] в виде блок-схемы. Последовательность выполнения определённого вида работ, начиная от информации о наличии старых горных выработок в массиве (включая выработки с неопределённым контуром) до принятия решения об эксплуатационной пригодности и возможности застройки рассматриваемого участка позволит в полной мере применить на практике вышеприведенные результаты исследований.

Таблица 3 – Уравнения зависимости коэффициентов максимальных деформаций от угла падения пласта для различных групп метаморфизма

Марка угля	Наклоны C_i	Кривизна C_k	Горизонтальные деформации C_e
Д, Г	1,70 – 1,69 α/p	12,13 – 30,38 α/p	0,77 – 0,29 α/p
Ж, К, ОС	1,59 – 1,14 α/p	8,41 – 6,66 α/p	0,48 + 0,22 α/p
А, Т	1,39 – 1,08 α/p	7,05 – 3,87 α/p	0,17 – 0,70 α/p

Перспективные направления решения проблемы.

1.Ряд вопросов, например, вероятность образования провалов и особенности их развития в различных горно-геологических районах Донбасса, в принципе не рассматривался.

2. Основные трудности заключаются в оценке качества тампонажа (засыпки) уже ликвидированных стволов и определении месторасположения устьев старых вертикальных выработок заброшенных шахт.

3. Так как основной способ получения данных о состоянии массива и самой старой выработки заключается в бурении скважин на горизонт её залегания, то немаловажен вопрос о повышении информативности результатов бурения и их идентификации [9].

4. В расчётных методах отсутствует временной фактор. Вопрос, когда образуется то или иное повреждение, остаётся открытым.

5. Первоочередной задачей, о которой уже давно говорилось [10], является создание кадастра старых горных выработок, сохранившихся на выходах угольных пластов. Данный вид работ, несомненно, является трудным, если учесть что в связи с неоднократными реорганизациями угольных предприятий и сменой собственников зачастую теряется первичная горно-графическая документация, являющаяся основой для создания самого кадастра. Учитывая большой объём работ, стоит использовать принцип "от частного к общему", когда на первых этапах создаётся такой кадастр для отдельного горно-геологического района, объединения или даже предприятия.

6. Уточнение величины коэффициента остаточного разрыхления отдельных литологических разностей для районов с различной степенью метаморфизма позволит увеличить точность расчёта высоты свода обрушения и в конечном итоге повысит достоверность прогноза степени опасности старых выработок, склонных к образованию провалов.

7. Перспективным направлением является создание некой операционной, самообучающейся системы на базе нейронных сетей, которая, используя всю имеющуюся информацию по рассматриваемому участку, могла бы устанавливать степень опасности для земной поверхности сохранившихся в массиве старых выработок (время образования повреждения, его вид, параметры, направление дальнейшего развития), ликвидационные мероприятия и охранные меры для поверхностных объектов.

Библиографический список:

1. Медянец С.А. Оценка влияния на земную поверхность старых выработок угольных шахт // Уголь Украины. – 1981. – № 12. – С.15-16.
2. Пальчик В.Д. Оценка устойчивости горных пород над старыми выработками // Метрострой. – 1990. – № 1. – С. 20.
3. Mario G. Karfakis and Ertugrul Topuz. Post mining subsidence abatements in Wyoming abandoned coal mines // Mining Science and Technology. – 1991. – № 12. – P. 215-231.
4. Феофанов А.Н. Обоснование параметров учёта старых горных выработок на малой глубине для охраны поверхностных объектов: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Донецк, 2003.
5. Гавриленко Ю.Н., Феофанов А.Н. Оценка современного состояния старых горных выработок на малых глубинах // Известия Донецкого горного института. – 2001. – № 2. – С. 87-91.
6. Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Феофанов А.Н. Прочность горных пород в зоне выветривания карбона // Наукові праці Донецького державного технічного університету, Серія гірничо-геологічна, вип. 45, Донецьк, ДонНТУ. – 2002. – С. 152-155.
7. Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Феофанов А.Н. Максимальные деформации земной поверхности над очистными выработками на малых глубинах // Проблеми гірського тиску: Зб. наук. пр. № 7. – Донецьк. – 2001. – С. 137-150.
8. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях/ Министерство угольной промышленности СССР. – М.: Недра, 1981. – 288 с.
9. Гавриленко Ю.Н., Юшков А.С. Пути повышения информативности бурения инженерно-геологических скважин на участках, подработанных горными выработками // Сборник научных трудов ДонГТУ, Серия горно-геологическая. Вып. 11. – Донецк: ДонГТУ, 2000. – С. 103-107.
10. Феофанов А.Н., Набокова В.В. О необходимости создания кадастра // Материалы IV научно-технической конференции вузов Украины "Маркшейдерское обеспечение горных работ". – Донецк. – 1996. – С. 85 – 87.