

УДК 622.834.1

ДИНАМИКА ОСЕДАНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ БОЛЬШОЙ ГЛУБИНЕ РАЗРАБОТКИ И ВЫСОКОЙ СКОРОСТИ ПОДВИГАНИЯ ЗАБОЯ

Безбабных А.В., студент группы Мс-15, V курс
Научный руководитель: Козловский Г.И., к.т.н., доцент,
(Филатова И.В., к.т.н., доцент; Канавец А.А., ассистент)
ГОУ ВПО "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ"
г. Донецк

В течение достаточного продолжительного времени вопросам развития сдвижений земной поверхности во времени в условиях Донбасса практически не уделяется внимания. Это относится как к теоретическим разработкам, так и к экспериментальным работам.

Многочисленные работы, которые проводились на кафедре маркшейдерского дела НГА Украины, вылились в «Методические указания...» [2]. В них рассматриваются вопросы прогнозирования сдвижений и деформаций земной поверхности только для условий Западного Донбасса и глубин разработки не более 500 м.

В настоящее время на многих шахтах основных горно-промышленных районов Донбасса горные работы ведутся на глубинах более 700-800 м. Для таких условий изучение динамики процессов сдвижения не производилось. Не выполнялось также проверка состоятельности полученных ранее закономерностей для указанного диапазона глубин.

Современные тенденции в развитии угольной промышленности Украины вызывают необходимость новых исследований динамики процессов сдвижения земной поверхности. Реструктуризация отрасли направлена на закрытие нерентабельных шахт и на увеличение добычи на мощных, стабильно работающих предприятиях. Одним из резервов повышения добычи является увеличение скорости очистных работ. Этому способствует внедрение высокопроизводительных комплексов, обеспечивающих скорость подвигания забоев 3-5 м/сут при длине лавы 200-300 м.

Сочетание таких скоростей с большой глубиной разработки является относительно новым явлением для Донбасса. Поэтому представляет интерес изучение процессов сдвижения земной поверхности при большой глубине разработки и высокой скорости ведения очистных работ.

В данной статье рассматриваются предварительные результаты маркшейдерских наблюдений за оседаниями земной поверхности, выполненных на арендном предприятии «Шахта им.Засядько», расположенном в Донецко-Макеевском районе, при глубине работ 1170-1280 м и скорости подвигания забоев 90-100 м/мес.

Изучение динамики процесса сдвижения производилось на наблюдательной станции, которая состоит из линии реперов, заложенных вдоль железной дороги с интервалом около 50 м, и группы реперов в одном из сооружений (рис.1).

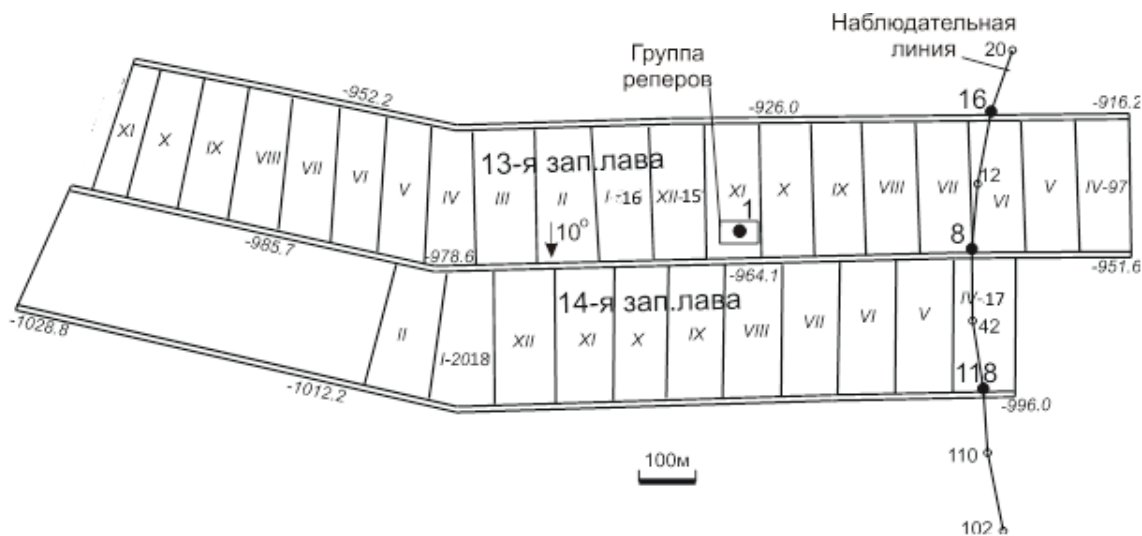


Рис.1 – Взаимное расположение горных работ и реперов наблюдательной станции

На наблюдательную станцию оказывали влияния горные работы в 13 и 14 западных лавах пласта m_3 . В связи с тем, что в настоящее время работы в 14 зап.лаве еще продолжают, основное внимание в данной работе сосредоточено на анализе сдвижений от 13 зап.лавы. Она характеризуется следующими параметрами:

- длина лавы вкрест простирания – 250 м;
- длина лавы по простиранию – 1800 м;
- глубина разработки от 1170 до 1215 м при среднем значении – 1195 м;
- период отработки с апреля 2017 по ноябрь 2018 г.;
- продолжительность отработки 595 суток;
- режим работы – непрерывный, без выходных дней;
- суточное подвигание забоя – 3-5 м/сут;
- среднемесячное подвигание забоя – 90 м.

Выемка угля осуществлялась комплексом ЗКД-90.

Пласт m_3 имеет двух пачечное строение. Его мощность изменяется от 1,96 до 2,30 м. В пределах наблюдательной станции вынимаемая мощность составляет 2,1 м. Угол падения пласта 10° . Непосредственная и основная кровля пласта представлены слоистым аргиллитом мощностью от 17 до 27 м.

Наблюдательная линия расположена примерно параллельно линии подвигания забоев (рис.1) и удалена от проекции разрезной печи на расстояние 250 м, что составляет примерно $0,2H$, где H – средняя глубина горных работ в пределах лавы. Группа реперов расположена на удалении от проекции разрезной печи 670 м или $0,55H$.

Начальное наблюдение было выполнено в апреле 2015 г., т.е. одновременно с началом работ в 13 зап.лаве. Последующие наблюдения выполнялись с интервалом около 3-х месяцев, что соответствует подвиганию забоя 270-300 м или 0,25Н.

Для анализа динамики процесса сдвижения выбраны 4 репера, три из которых расположены на наблюдательной линии (реперы №№ 8, 16, 118) и репер №1 из группы реперов. Данные реперы выделены на рис.1 черными укрупненными маркерами. Реперы 8 и 1 расположены в зоне максимальных оседаний, а реперы 16 и 118 на одинаковом расстоянии, симметрично линии максимальных оседаний.

Графики развития оседаний указанных реперов показаны на рис.2.

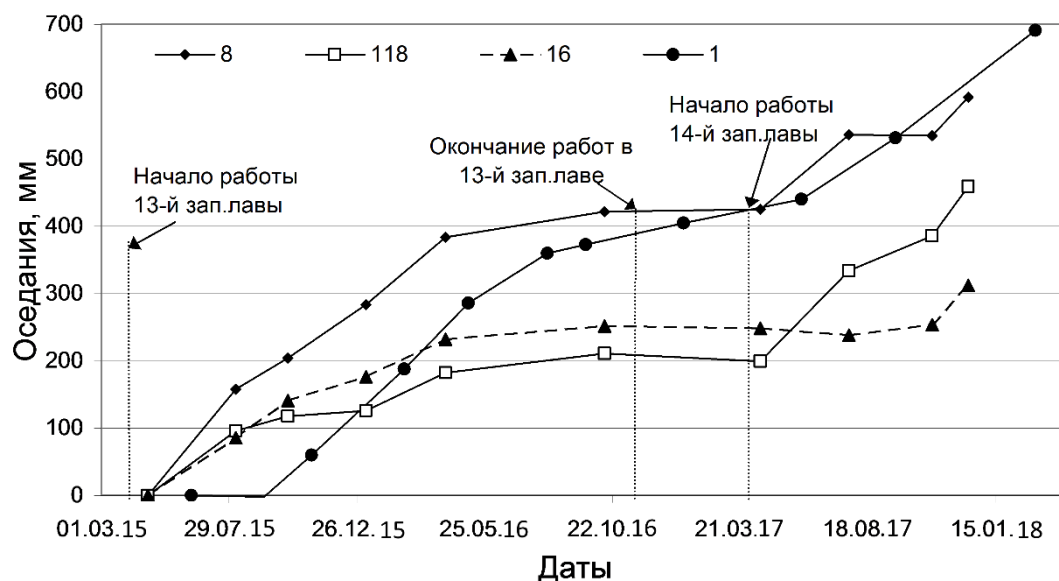


Рис.2 – Графики развития оседаний во времени

Рассмотрим вначале особенности развития сдвижений реперов на наблюдательной линии. Эти реперы расположены в той части зоны влияния выработки, которая не постепенно вовлекается в сдвижение движущимся забоем, а сразу оказывается в активной зоне при достижении процессом земной поверхности. Из графиков на рис.2 следует, что характер оседания всех трех реперов одинаков. Отличие состоит только в конечных величинах, так как реперы расположены в разных частях мульды сдвижения вкрест простирания.

На рис.3 приведены графики относительных оседаний η_z , вычисленные как отношение текущего значения η_i к конечному оседанию η_k . График скорости оседания этих же реперов показаны на рис.4. Для удобства анализа на этих рисунках показан также график отношения текущего размера лавы к средней глубине разработки D_i/H .

Из графиков на рис.3 и 4 следует, что при отходе лавы от разрезной печи на расстояние $0,2H$, что соответствует примерно квадратной форме выработки, оседания составляют $0,35-0,48$ окончательных значений. Этому периоду отвечают максимальные скорости (рис.4). Причем скорость, зафиксированная у репера в центре мульды (репер 8), и равная 48 мм/мес, вообще оказалась максимальной за весь период наблюдений. Такое бурное развитие процесса при малом отходе лавы может быть объяснено примыканием 13 зап.лавы к ранее выработанному пространству.

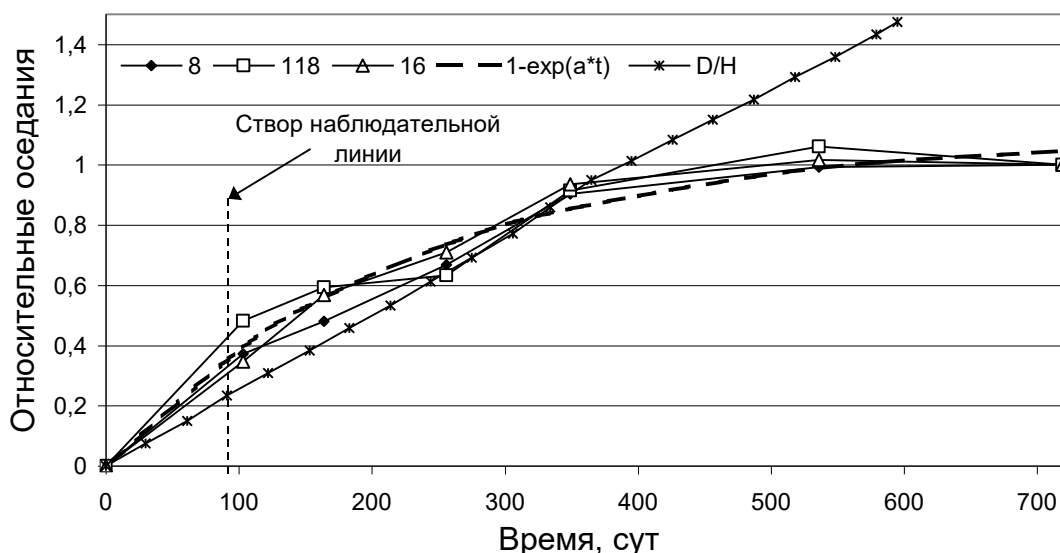


Рис.3 – Графики оседаний реперов наблюдательной линии

Далее наблюдается снижение скорости оседаний, локальное возрастание при длине лавы, составляющей $0,8H$, а затем окончательное затухание. При отходе забоя на расстояние более $1,2H$ процесс сдвижения поверхности в районе наблюдательной линии практически закончился. Таким образом, общая продолжительность сдвижения в данной зоне мульды сдвижения составила порядка 500 суток или 17 месяцев. Продолжительность активной стадии оценивается величиной 10-12 месяцев.

Изменение относительных оседаний для данного участка может быть описано функцией

$$\eta_z = \eta_i / \eta_k = 1 - \exp(-at_i), \quad (1)$$

где t_i - время с момента проявления оседаний на земной поверхности;

a - эмпирический коэффициент, составивший для анализируемой выборки $0,00433$ сут⁻¹ или $0,13$ мес⁻¹.

Дифференцируя выражение (1) по времени, получим формулу для прогноза скоростей оседаний земной поверхности

$$v_i = \eta_k a \exp(-at_i). \quad (2)$$

Данная формула позволяет вычислить скорость оседаний в любой момент времени, зная оседание точки для закончившегося процесса сдвижения. На рис.4. показана прогнозная кривая скорости для репера 8, которая в целом отвечает фактическим данным.

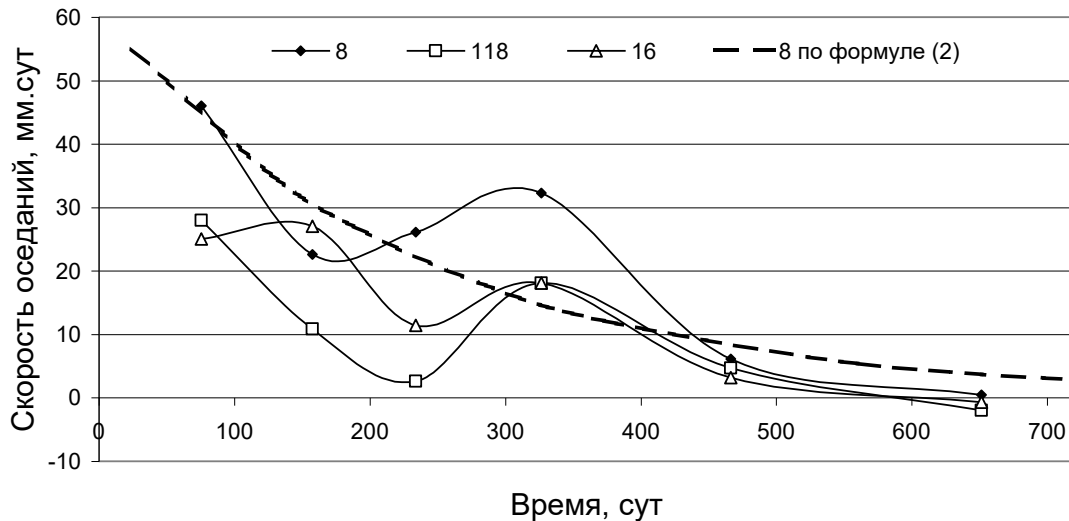


Рис.4 – Графики скоростей оседаний реперов наблюдательной линии

Оседание репера 1 несмотря на некоторые общие черты отличается смещений реперов на наблюдательной линии. Отличие состоит в запаздывании оседаний (см. рис.2), меньшей, но относительно стабильной скорости оседаний в период активной стадии (рис.5), а также в том, что полного затухания процесса сдвижения на этом участке не получено.

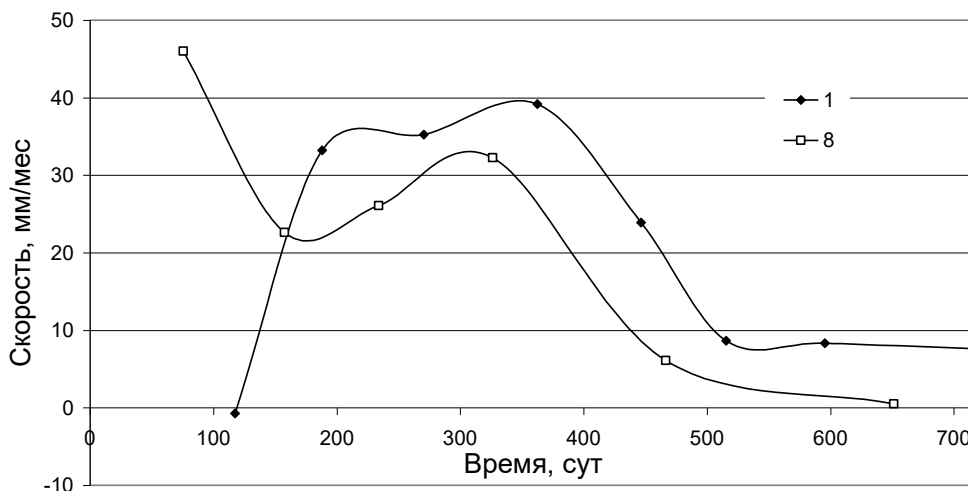


Рис.5 – Сопоставление скоростей реперов 1 и 8

На рис.6 показано оседание репера 1 вместе с отношением положения забоя L относительно места наблюдений к средней глубине разработке H. Отрицательные значения этой величины соответствуют подходу лавы.

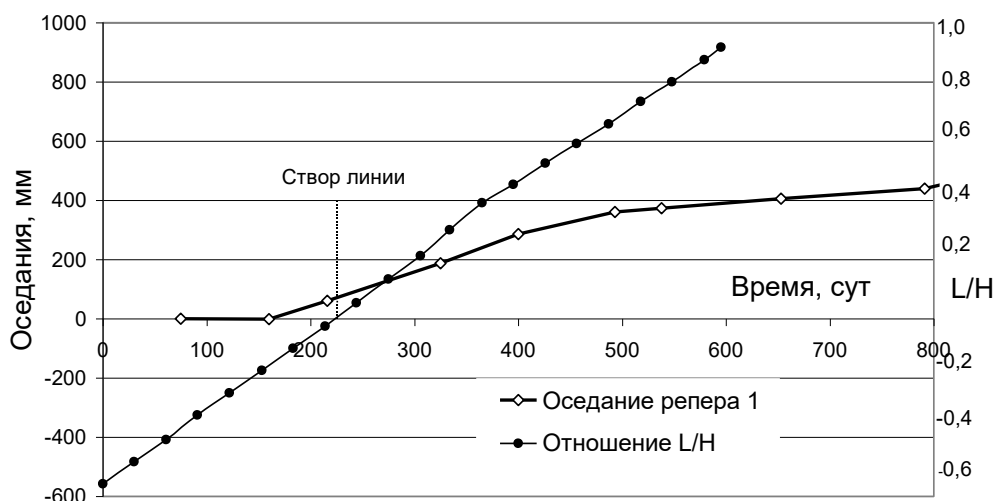


Рис.6 – Оседания репера 1 и положение забоя, выраженное в долях глубины

Анализ данного графика показывает, что при нахождении надвигающегося забоя на расстоянии $0,18H$, что соответствует динамическому углу сдвигения 80° , оседания отсутствуют. В момент прохождения забоем створа репера оседание равно 60-70 мм, что соответствует 0,14 окончательного значения. С этого момента начинается активная стадия, которая характеризуется относительно постоянной скоростью оседания 33-40 мм/мес. Активная стадия длится до того момента, когда лава отошла от репера на расстояние $0,5H$. Продолжительность активной стадии можно оценить в 8 месяцев. К концу активной стадии оседание репера составило 70-75%, а на момент остановки 13 зап.лавы - 85% конечной величины.

Полного затухания сдвигения на этом участке до начала работы 14 зап.лавы не зафиксировано. Если для описания оседаний репера 1 также применить формулу (1), то окончательное оседание можно оценить в 523 мм при коэффициенте a , равном $0,00312 \text{ сут}^{-1}$ или $0,093 \text{ мес}^{-1}$. Общая продолжительность процесса сдвигения для репера 1 превышает 20 месяцев.

Таким образом, в результате выполненных работ получены качественные и количественные параметры оседаний земной поверхности в двух зонах мульды сдвигения. К недостаткам данных исследований следует отнести отсутствие наблюдений в зоне остановленного забоя.

Подводя итог, можно сделать вывод что при бесцеликовой отработке запасов процесс сдвигения достигает земной поверхности при небольшом отходе (около $0,15$ глубины разработки) забоя лавы от разрезной печи. Скорости оседаний земной поверхности при глубине ведения горных работ

1200 м и подвигании забоя около 100 м/мес достигают 50-60 мм/мес. Начальная стадия процесса сдвижения очень незначительна и практически не выражена как на участках у разрезной печи, так и в центральной части мульды сдвижения по простиранию. Продолжительность активной стадии составляет 8-10 месяцев.

Качественная и количественная картина динамики сдвижений земной поверхности в рассматриваемых условиях отличается от других условий Донбасса (меньшая глубина и меньшая скорость подвигания горных работ) и угольных бассейнов других стран.

Список литературы:

1. Грищенко Н.Н., Шнеер В.Р., Блиникова Е.В. Прогноз деформаций земной поверхности при её подработке с учётом влияния мезорельефа // Вести Донецкого горного института: Всеукр. наук.-техн. журнал горн. профиля. – Донецк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2010. – № 1 – С.265–272.
2. Иофис М.А., Шмелев А.И. Инженерная геомеханика при подземных разработках. – М.: Недра, 1985. – 248 с.
3. Методические указания по расчету деформаций земной поверхности во времени и горно-геометрическому прогнозированию охраны пойм рек при подземной разработке угольных пластов в Западном Донбассе. – Донецк: МУП УССР, 1986.

