

УДК 622.834.1

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

Безбабных А.В., студент группы Mc-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, стablyно 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 разработке 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).

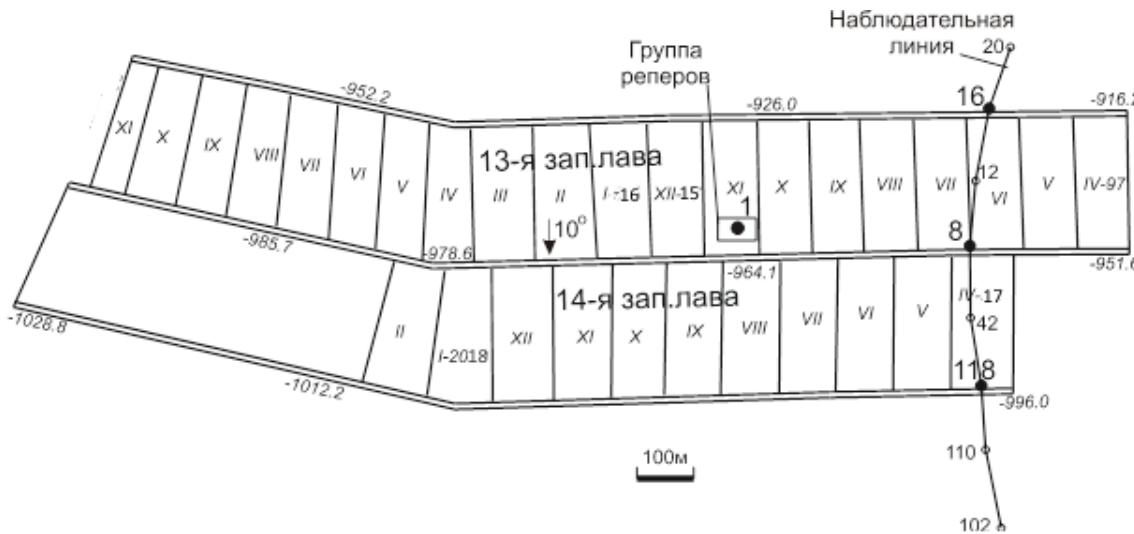


Рис.1 – Взаимное расположение горных работ и реперов наблюдательной станции

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 продолжаются, 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 простирианию – 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 подвижанию 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.

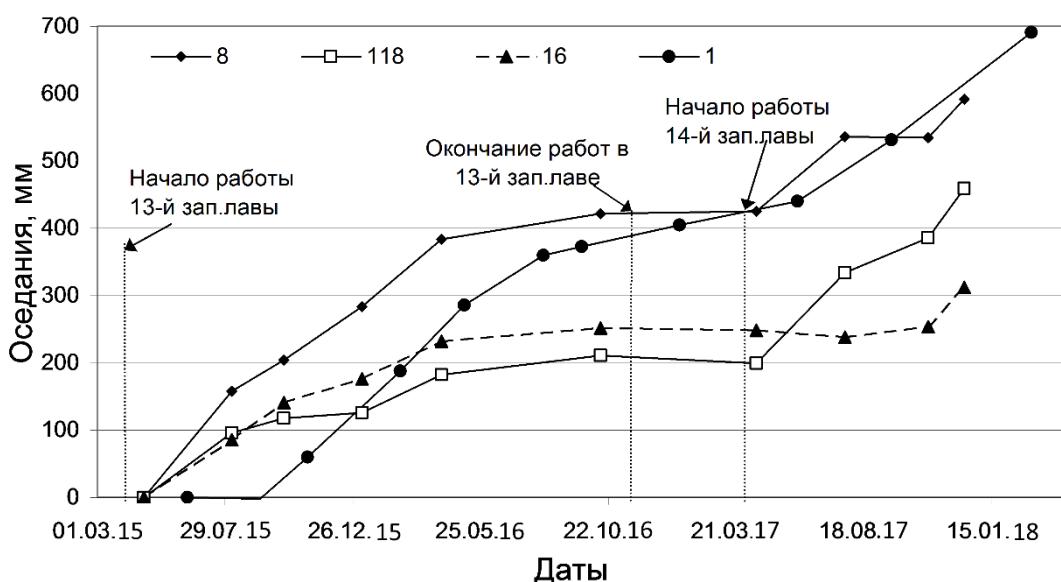


Рис.2 – Графики развития оседаний во времени

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 простирации.

На рис.3 приведены графики относительных оседаний η_z , вычисленные как отношение текущего значения η_i к конечному оседанию η_k . Графики скоростей 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 0,2Н, 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 прымканием 13 зап.лавы к ранее выработанному пространству.

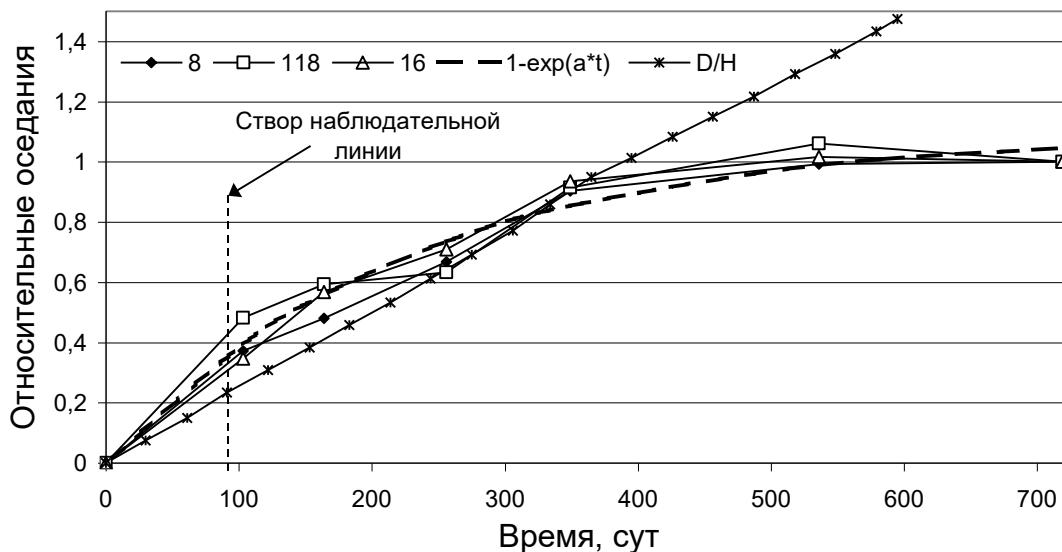


Рис.3 – Графики оседаний реперов наблюдательной линии

Далее наблюдается снижение скорости оседаний, локальное возрастание при длине лавы, составляющей 0,8Н, а затем окончательное затухание. При отходе забоя на расстояние более 1,2Н 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 $0,00433 \text{ сут}^{-1}$ или $0,13 \text{ мес}^{-1}$.

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.

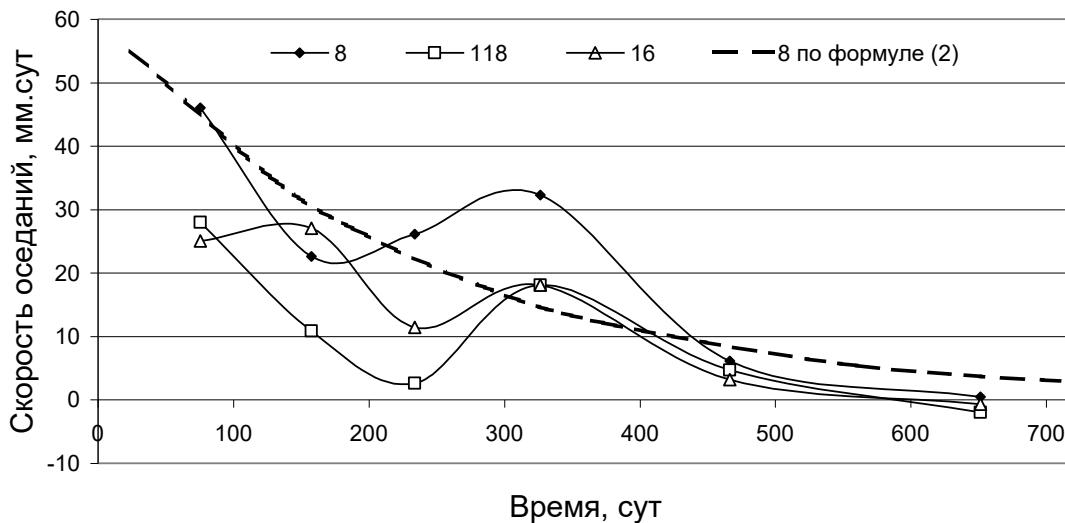


Рис.4 – Графики скоростей оседаний реперов наблюдательной линии

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.

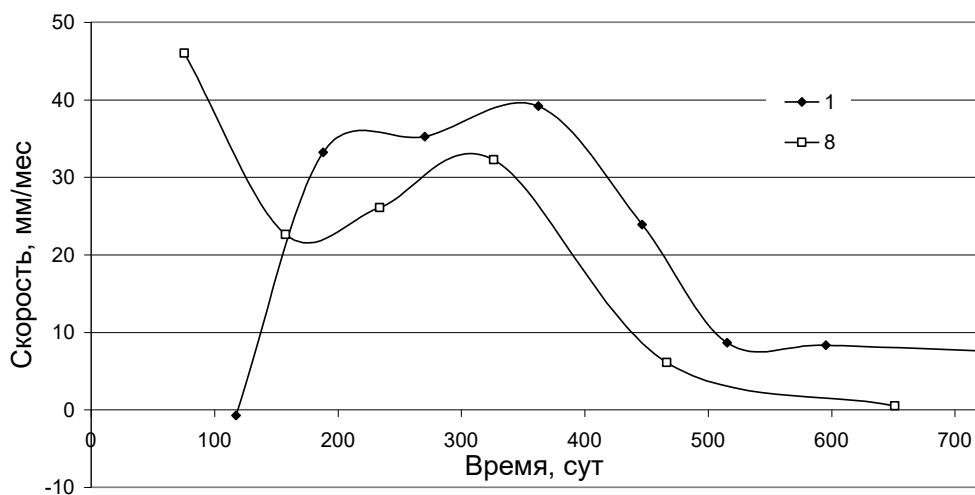


Рис.5 – Сопоставление скоростей реперов 1 и 8

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

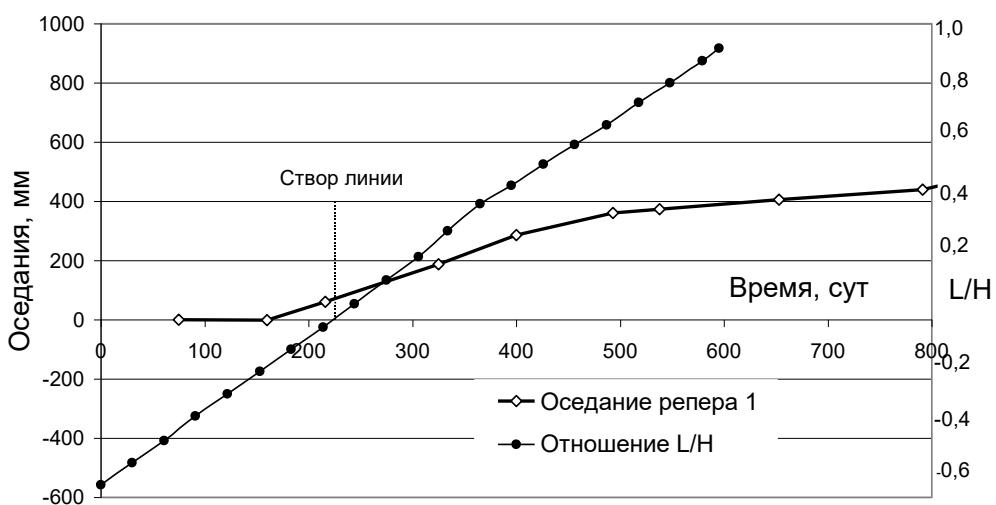


Рис.6 – Осадания репера 1 и положение забоя, выраженное в долях глубины

Анализ данного графика показывает, что при нахождении надвигающегося забоя на расстоянии $0,18H$, что соответствует динамическому углу сдвигаия 80° , осадания отсутствуют. В момент прохождением 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 сдвигаия на этом участке до начала работы 14 зап.лавы не зафиксировано. Если для описания осаданий 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 сдвигаия для репера 1 превышает 20 месяцев.

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

Подводя итог, можно сделать вывод что при бесцеликовой отработке запасов процесс сдвигаия достигает земной поверхности при небольшом отходе (около 0,15 глубины разработки) забоя лавы от разрезной печи. Скорости осаданий 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 простирианию. 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. Грищенков Н.Н., Шнеер В.Р., Блинникова Е.В. Прогноз деформаций земной поверхности при её подработке с учётом влияния мезорельефа // Вести Донецкого горного института: Всеукр. науч.-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.

