

УДК 622.834

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТОВЫХ РЕПЕРОВ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

Кулибаба С. Б., Рожко М. Д.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Розглянуто фактори, що впливають на стійкість реперів натурних спостережних станцій при дослідженні процесу зрушення земної поверхні над гірничими виробками. Ґрунтуючись на результатах експерименту, описано вплив біотехнічного фактора на стійкість ґрунтових реперів.

Factors that have an impact on mine survey plug stability of outdoor observation stations through studies of ground surface movement above mine workings are considered. Based on the experiment the impact of biotechnical factor on monument stability is described.

В основе натурных наблюдений за сдвижением земной поверхности вследствие влияния подработки лежит комплекс инструментальных измерений перемещения в пространстве и во времени реперов наблюдательных станций. При этом точность результатов эксперимента напрямую зависит от устойчивости реперов наблюдательной станции, которая обеспечивается исключением влияния на их пространственное положение факторов, не связанных с процессом сдвижения породной толщи над горными выработками.

В нормативном документе, регламентирующем требования к натурным наблюдательным станциям [1], определены конструкции реперов и способы их закладки в грунт, призванные обеспечить:

- их сохранность на весь срок службы наблюдательной станции;
- защиту от влияния промерзания и от внешних повреждений;
- прочную связь с почвой, при которой сдвигание грунта вызывало бы такое же сдвигание реперов;
- удобство наблюдений за сдвижением реперов в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Так, при закладке реперов на сельхозугодиях их следует заглублять в грунт с таким расчетом, чтобы головка репера находилась ниже глубины вспашки (внешние повреждения), а сам репер прочно адгезировал с грунтом ниже глубины промерзания последнего.

Однако, как показывает опыт, существуют и другие, не учитываемые инструкцией [1] факторы, которые влияют на устойчивость реперов. К ним, например, можно отнести анизотропию наносов, свойства которых могут изменяться даже на небольших участках местности, например, в пределах одной профильной линии реперов, а также ряд других. С одним из таких факторов мы столкнулись в эксперименте, условия проведения и начальные результаты которого описаны нами ранее [2]. Наблюдательная станция была заложена на поле шахты им. А. А. Скочинского (г. Донецк) в мае 2007 г. и подработана 5-й западной лавой пласта h_6^1 в следующих условиях:

- вынимаемая мощность пласта 1,48 м;
- средняя глубина разработки 1200 м;
- угол падения пласта 11-12°;
- мощность наносов 33 м;
- средняя скорость подвигания очистного забоя 23 м в месяц;
- длина лавы 230 м.

Наблюдательная станция представляла собой профильную линию из 20 грунтовых реперов, ориентированную вкрест простирания пласта. Участок линии длиной 137 м (реперы $Rp1-Rp4$) находился на территории лесопосадки, а участок линии длиной 300 м (реперы $Rp5-Rp20$) – на территории пахотных земель.

Для закладки наблюдательной станции использовались реперы, изготовленные из арматурной стали диаметром 25 мм и длиной 0,7 – 0,8 м. Реперы станции на участке *Rp1–Rp4* были заглублены в почву минимально – до 10 см, поскольку были ограждены от вероятности какого-либо внешнего механического воздействия (транспорт, сельхозтехника и т.п.). Реперы на участке *Rp5–Rp20* были заглублены в почву на 0,5 – 0,6 м с целью их предохранения от механического воздействия сельхозтехники и влияния промерзания грунта. Такие параметры закладки грунтовых забивных реперов по имеющемуся у авторов многолетнему опыту обеспечивают точные результаты инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности в условиях Донбасса.

Всего на станции было проведено 9 серий инструментальных наблюдений с интервалом приблизительно в полгода (таблица 1), целью которых было определение перемещения рабочих реперов в пространстве и во времени.

Таблица 1

Данные о датах проведения серий инструментальных наблюдений

Серия	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дата	29.05 2007 г.	03.10 2007 г.	06.05 2008 г.	07.10 2008 г.	28.04 2009 г.	12.10 2009 г.	13.05 2010 г.	15.09 2010 г.	12.05 2011 г.

На рисунке 1 показаны графики оседаний реперов профильной линии на разные даты наблюдений.

Анализ графиков показывает, что реперы *Rp5–Rp20* на протяжении всего периода инструментальных наблюдений оседали достаточно равномерно, отражая этапы формирования мульды сдвижения земной поверхности. В то же время, в левой части графика на участке реперов *Rp1–Rp4* наблюдался хаотичный на первый взгляд характер оседаний земной поверхности.

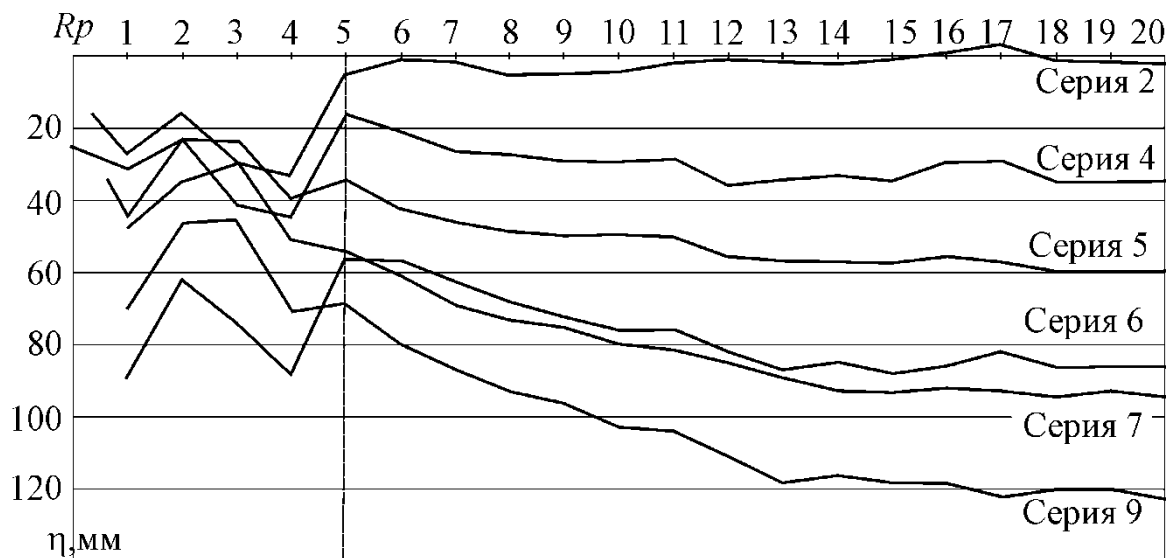


Рис. 1. Графики оседаний реперов наблюдательной станции

На рисунке 2 показаны графики развития оседаний отдельных реперов наблюдательной станции, из которых видно, что замеченные выше тенденции в оседании двух сравниваемых на рисунке 1 участков профильной линии распространяются также и на характер развития оседаний во времени: динамика развития оседаний первой группы ($Rp17$, $Rp18$ – пунктирные линии на графике) имеет плавный характер увеличения оседаний от 1-й до 9-й серии инструментальных наблюдений, в то время как графики оседаний второй группы реперов ($Rp1-Rp4$ – сплошные линии) имеют "пилообразный" вид, причем верхние пики приходятся на нечетные серии наблюдений, а нижние – на четные.

Подобный характер развития оседаний реперов $Rp1-Rp4$ мог бы быть объяснен влиянием атмосферных явлений, в частности, промерзанием грунта, при котором его верхний промерзающий слой расширяется, и инструментальные наблюдения фиксируют относительное поднятие реперов, недостаточно заглубленных при закладке.

В этом случае верхние пики графика совпадали бы с зимними сериями наблюдений. Однако в рассматриваемых условиях фактор промерзания грунта был исключен, поскольку серии инструментальных наблюдений проводились весной (конец апреля – май) и осенью (конец сентября – начало октября), при практиче-

ски одинаковой температуре воздуха +19 °С...+24 °С (см. также табл. 1).

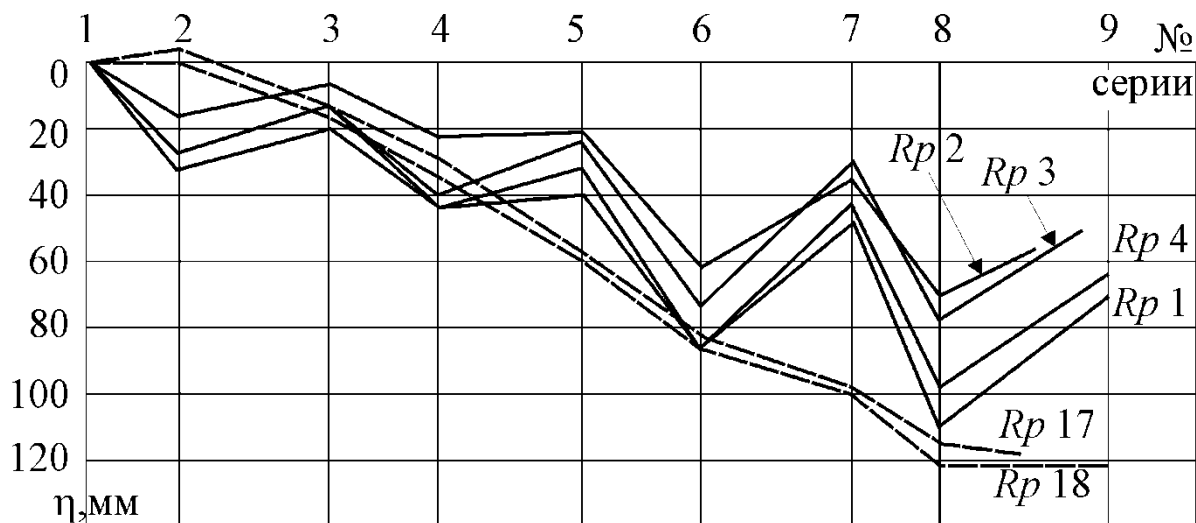


Рис. 2. Графики развития оседаний двух групп реперов наблюдательной станции во времени

Таким образом, закономерность неравномерных оседаний в данном случае объясняется каким-то другим, не учитываемым ранее фактором. Одной из вероятных на наш взгляд гипотез, объясняющей описанный эффект, является косвенное влияние корневой системы деревьев и кустарников лесопосадки (акация, дуб, клен, осина и др.), в пределах которой заложен участок профильной линии *Rp1–Rp4*. За летний период через корни этих растений вследствие транспирации из почвы выводится значительное количество влаги, в результате чего в осенние (четные) серии наблюдений фиксируется дополнительное оседание этого участка профильной линии за счет уплотнения и усадки верхнего слоя грунта при других равных условиях. Как видно из графиков (см. рис. 2) значения таких дополнительных оседаний достигают 50-60 мм.

Поскольку репер, адгезированный с грунтом, и окружающая его корневая система растений в совокупности образуют своего рода биотехнический комплекс, фактор, влияющий на устойчивость репера и основанный на взаимодействии элементов такого комплекса, может быть определен как биотехнический. Ранее не учитываемый, он в состоянии существенно влиять на точность

экспериментального определения оседания земной поверхности, вызванного процессом сдвижения, особенно при больших глубинах разработки. Так, в рассматриваемом случае, такие дополнительные оседания достигают 40-50 % от максимальных оседаний, вызванных подработкой.

Следует подчеркнуть, что в рассмотренном эксперименте получены дополнительные оседания самого верхнего слоя грунта, поскольку, как показано выше, реперы, на которых было зафиксировано влияние биотехнического фактора, заглублены в почву незначительно, и при соблюдении рекомендаций [1], т.е. при заглублении реперов на величину 0,4 м, дополнительные оседания, возможно, имели бы меньшие значения. Однако здесь следует иметь в виду, что в рассматриваемых условиях глубина локализации основной массы корневой системы составляет 1,5-2,5 м, и поэтому даже в случае такого заглубления описанный эффект все равно проявился бы. На основе приведенных выше экспериментальных данных можно оценить среднюю относительную деформацию усадки (набухания) грунта при его осушении (увлажнении), которая в рассматриваемых условиях достигает 4 %. Это вполне согласуется с данными, приведенными в "ГОСТ 25100-95: Грунты. Классификация", что подтверждает корректность выдвинутой гипотезы.

Таким образом, при закладке наблюдательных станций на земной поверхности в условиях наличия обильной растительности, особенно древесных пород, следует учитывать дополнительный биотехнический фактор, который может снизить точность определения оседаний в процессе сдвижения вследствие дополнительной усадки грунта. Поэтому при выборе места расположения профильных линий наблюдательных станций желательно избегать участков местности, покрытых обильной растительностью с развитой корневой системой. При отсутствии такой возможности результаты серий инструментальных наблюдений, проведенных в летне-осенний период, следует подвергать дополнительно анализу с учетом вероятности проявления описанного эффекта.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях / [Сост. Петухов И.А., Митичкина Н.И., Земисев В.Н. и др.]. – М.: Недра, 1989. – 96 с.
2. Рожко М. Д. Экспериментальные исследования сдвижения земной поверхности при больших глубинах разработки угольных пластов / М.Д. Рожко // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – Донецьк, 2010. – № 6. – С. 50 – 56.