УДК 622.284

А.Г.ПРОТОСЕНЯ, *д-р техн. наук, профессор, (812) 328 82 25*
Д.Н.ПЕТРОВ, *канд. техн. наук, ассистент, bubon1980@rambler.ru*
К.Г.СИНЯКИН, *аспирант, sinyakin_07@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)
Г.А.МАРТЕМЬЯНОВ, *главный маркшейдер*
ООО «Металл-групп», «Яковлевский рудник»

A.G.PROTOSENY, *Dr. in eng. sc., professor, (812) 328 82 25*
D.N.PETROV, *PhD. in eng. sci., assistant lecturer, bubon1980@rambler.ru*
K.G.SINYAKIN, *post-graduate student, sinyakin_07@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)
G.A.MARTEMYANOV, *chief mine surveyor*
«Metal-groupp» Co.Ltd., «Yakovlevskiy pit»

НАТУРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОСАДКОЙ РУДНОЙ ПОТОЛОЧИНЫ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЯКОВЛЕВСКОМ РУДНИКЕ

Представлена методика наблюдений за смещением глубинных реперов, состав локальной подземной наблюдательной станции. Выполнен анализ результатов натурных наблюдений за смещением целика рудной толщи, представлены изолинии оседаний и средних скоростей оседания массива богатых железных руд.

Ключевые слова: руда, репер, монитогринг, оседание, рудная потолочина.

THE FIELD OBSERVATION FOR THE PROCESSES OF SETTLING OF THE ORE CEILING CAUSED BY MINING WORKS AT YAKOVLEVSKY DEPOSIT

The methodic of the field observation for the processes of deep benchmark displacements and configuration of the local observing station is offered. The analysis of the results of the field observations for the displacements of the ore pillar is accomplished, the isolines of settling and the isolines of the average speed of settling of the ore massif is offered.

Key words: ore, benchmark, monitoring, settling, ore ceiling.

Основная проблема эксплуатации Яковлевского месторождения богатых железных руд (БЖР) состоит в предотвращении прорыва воды из неосушенного карбонового водоносного горизонта в зону ведения очистных работ. В качестве мер охраны рудника проектом принято оставление потолочины из богатых железных руд мощностью 65 м под водоносным горизонтом и ведение горных работ с полной закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

Для оценки сдвижения налегающей толщи пород необходимо контролировать вертикальное смещение (оседание) верхней границы выработанного пространства (нижней границы рудной потолочины) на отметке –370 м, на которой ведется отработка первого слоя руды.

Для продолжительного контроля за состоянием целика рудной толщи между горизонтом –370 м и рудно-кристаллической толщей с условной отметкой почвы этого

водоупора –300 м организованы подземные наблюдательные станции.

Локальная подземная станция состоит из трех скважин, пробуренных в кровле выработки, в которые заложены глубинные реперы. Три скважины – это то минимальное количество, по которому можно определить деформации кривизны по вертикальным смещениям глубинных реперов скважин. Расстояние между скважинами 30-40 м. Опорные реперы для локальных подземных станций оборудуют в боках выработки, не менее двух на расстоянии 20 м друг от друга. Перед каждой серией измерений контролируется их неподвижность путем определения превышения одного репера относительно другого.

Контроль осуществляется по вертикальным смещениям глубинных реперов. Для этого методом геометрического нивелирования периодически определяют высотное положение наплывов в нижней части грузов, соединенных проволочной связью с глубинными реперами профильной линии, относительно опорных реперов. Разность высотных отметок, определенных в первой и последней сериях таких наблюдений, будет являться вертикальным смещением реперов.

В случае использования в измерениях нижнего среза кондуктора, методом геометрического нивелирования периодически определяется высотное положение выбранной точки кондуктора каждой скважины с соответствующим измерением расстояний от нижнего среза кондуктора до верхнего среза груза, по которому вычисляется высотное положение груза. Разность высотных отметок верхнего среза грузов, определенных в первой и последней сериях таких наблюдений, является вертикальным смещением глубинных реперов.

От вертикальных смещений можно перейти к деформациям кривизны в средней точке (скважине), взяв вторую производную от вертикальных смещений в трех скважинах локальной подземной станции.

На гор. –370 м было установлено 23 глубинных репера:

• реперы № 1, 2, 3, 21 – в панельном орте № 2;

• репер № 4 – в технологическом штреке № 2;

• реперы № 5, 6, 7 – в восточном вентиляционно-закладочном орте (ВВЗО);

• реперы № 8, 9, 10, 13, 14, 22 – в западном вентиляционно-закладочном орте (ЗВЗО);

• реперы № 23, 24, 25 – в панельном орте № 4;

• реперы № 11, 12 – в технологическом штреке № 2;

• реперы № 15, 16, 17 – в технологическом штреке № 3;

• реперы № 18, 19, 20, 21 – в технологическом штреке № 2;

• опорные реперы Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6 – в вентиляционно-закладочном штреке лежачего бока.

Наблюдения за смещением глубинных реперов № 1-10 были начаты в 2005-2006 гг. СПГГИ (ТУ) и продолжены маркшейдерской службой рудника. По результатам наблюдений построены изолинии смещений глубинных реперов (рис.1-3) и изолинии скоростей оседания реперов (рис.4).

Весь период наблюдений разделен на два этапа: наблюдения до 29.10.2008 – 16 серий; наблюдения, начатые в 2010 г. – 2 серии. На первом этапе наблюдения велись по девяти реперам, объединенным в четыре наблюдательные станции. На втором этапе наблюдения производились по 23 глубинным реперам. Из девяти первоначально установленных глубинных реперов сохранились только реперы № 1-3, по которым можно судить о суммарных осадках рудно-кристаллической потолочины. За условный ноль приняты замеры, произведенные 17.08.2007. Максимальные осадки группы реперов № 1-3 составили 215 мм. На втором этапе наблюдений реперы № 4-10 показывают меньшие смещения, чем на первом. Это объясняется работами по замене элементов реперов или установке на их место новых. Реперы группы № 11-29 установлены сравнительно недавно.

Для построения изолиний оседания массива БЖР за весь период наблюдений по группе реперов № 1-3 использованы их фактические значения. По реперам № 4-10 значения оседаний действительны до конца первого

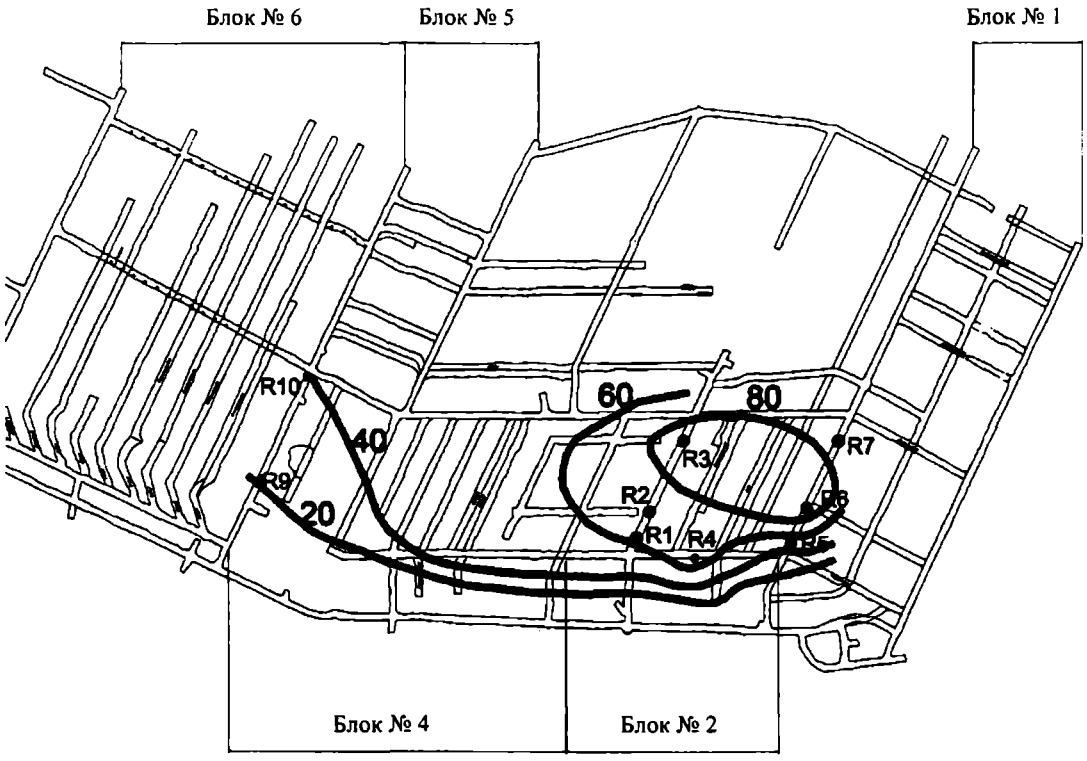


Рис.1. Изолинии оседаний массива БЖР (мм) по группе реперов № 1-10 на горизонте –370 м на плане горных работ по состоянию на 29.10.2008

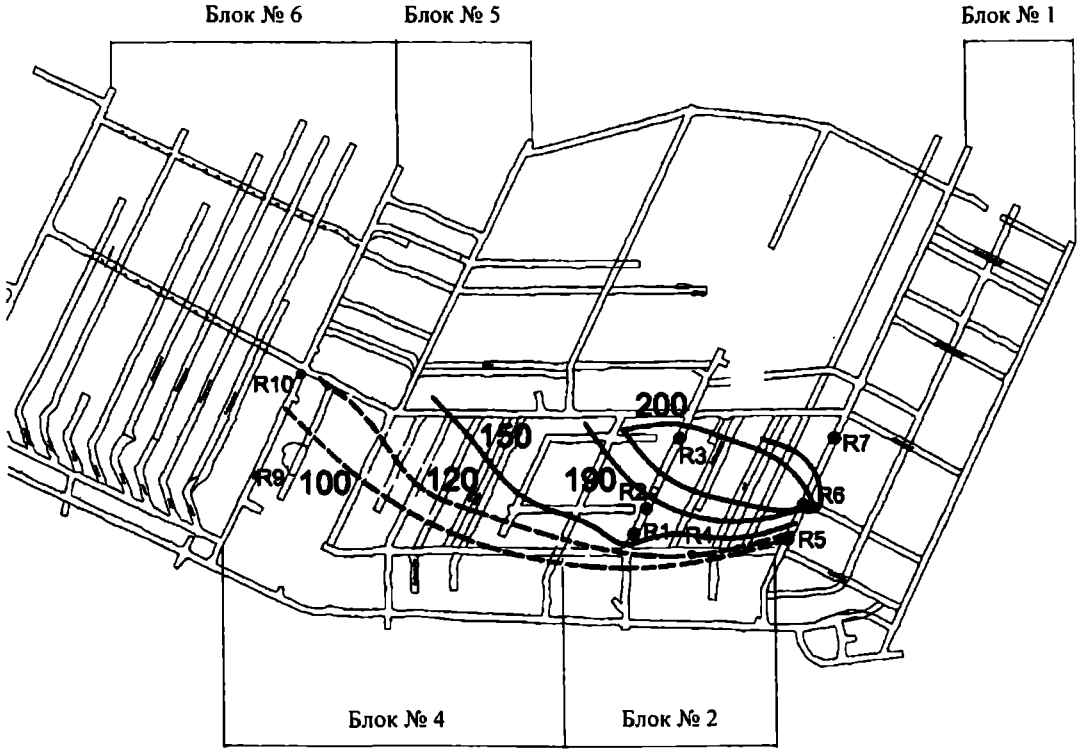


Рис.2. Изолинии оседаний массива БЖР (мм) по группе реперов № 1-10 на горизонте –370 м на плане горных работ по состоянию на 01.07.2010

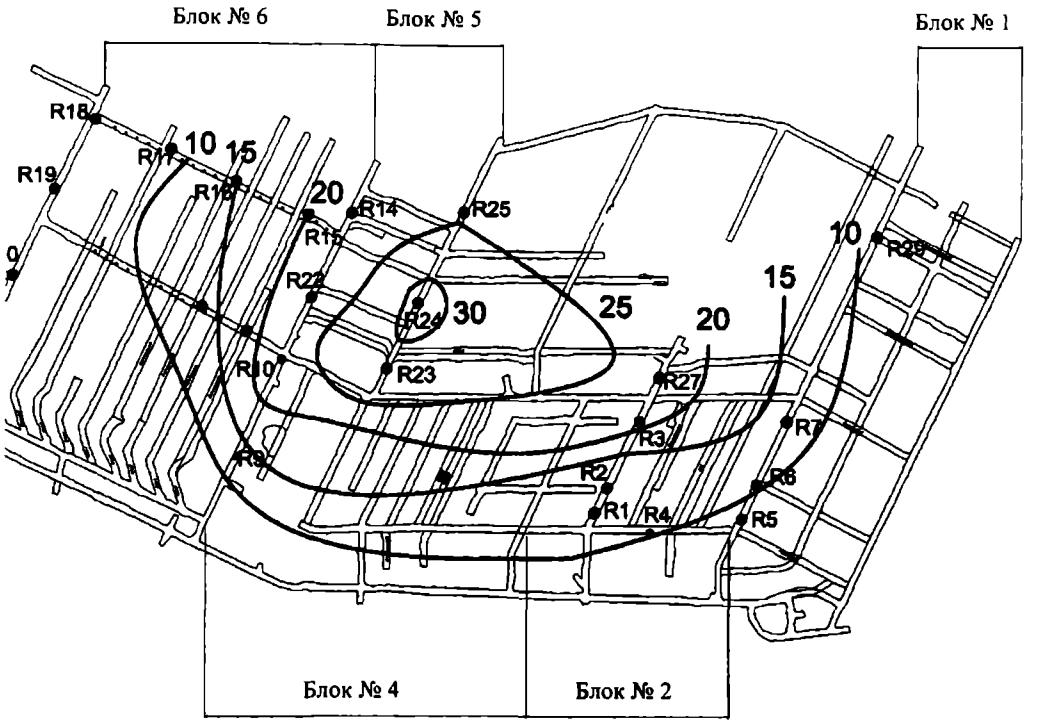


Рис.3. Изолинии оседаний массива БЖР (мм) по группе реперов № 1-29 на горизонте –370 м на плане горных работ и по состоянию на 01.07.2010, полученные за 2 мес. наблюдений

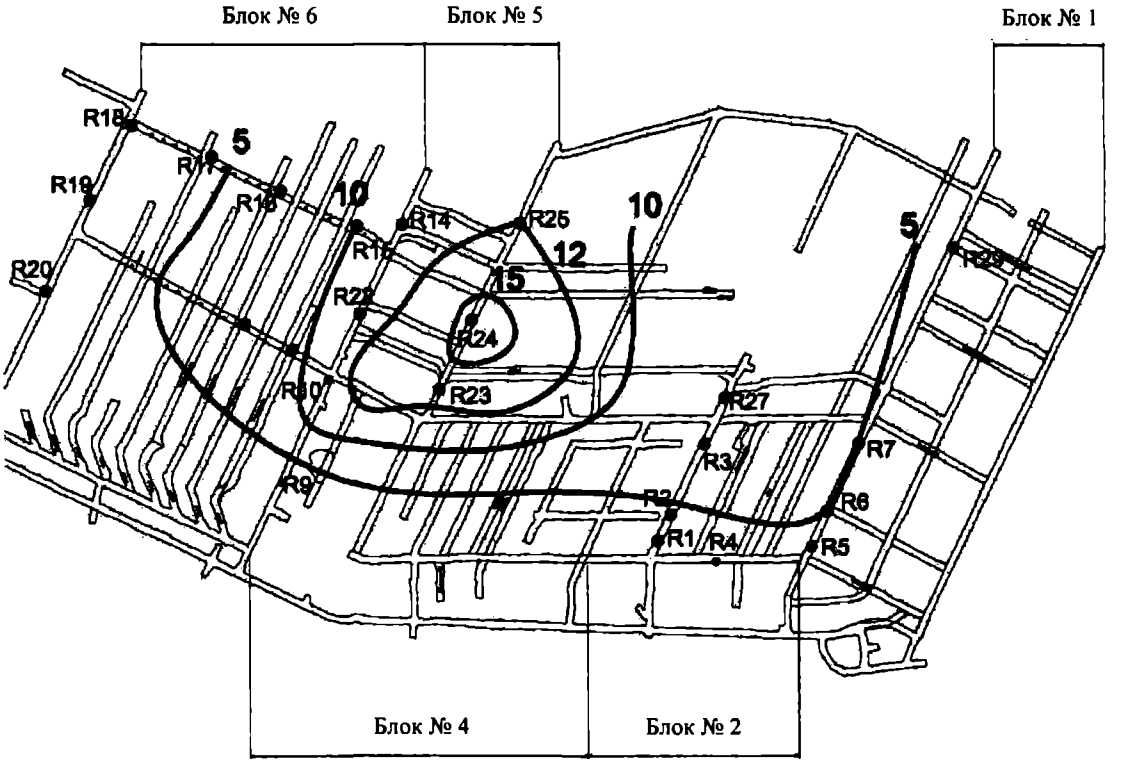


Рис.4. Изолинии средних скоростей оседания массива БЖР (мм/мес) по группе реперов № 1-29 на горизонте –370 м на плане горных работ по состоянию на 01.07.2010

Номер блока	Объем пустот на конец 2009 г., м^3	Прогнозируемый объем пустот на 2010 г., м^3	Тип руды	Максимальные осадки, мм
1	39400	37000	Мартит-гидрогематитовая	10 (за 2 мес.)
2	6500	7800	Железнослюдково-мартитовая и мартитовая	200
4	5300	22000	Железнослюдково-мартитовая и мартитовая	150
5	20671	96300	Мартит-гидрогематитовая	30 (за 2 мес.)
6	6499	120400	Мартит-гидрогематитовая	20 (за 2 мес.)

этапа наблюдений – 14.04.2009 (рис.1), на втором этапе значения по этим реперам являются расчетными. Величины оседания по этим реперам указаны пунктирными линиями на рис.2. При определении ожидаемых осадок по реперам № 4-10 на период после 14.04.2009 вычислены средние скорости оседаний в месяц по каждому из реперов № 4-10 и умножены на число месяцев между этапами.

Значения смещений по реперам № 11-29 могут быть использованы для определения относительных смещений рудно-кристаллической толщи в период с 01.04.2010 по 01.06.2010. Суммарная величина смещений по этим реперам находится в пределах 8-32 мм.

Анализируя значения оседаний реперов, можно заключить, что средняя скорость оседания группы реперов № 1-10 за весь период наблюдений составляет –4,1 мм/мес, группы реперов № 11-29 за весь период наблюдений – 12,4 мм/мес. Однако во всех группах реперов во втором этапе за последние месяцы наблюдаются одинаково высокие скорости оседания реперов 7,1-16 мм/мес.

Сводная информация оседания массива БЖР по блокам представлена в таблице.

Анализируя изолинии оседаний по реперам № 1-10 совместно с данными таблицы, можно заключить, что максимальные осадки рудной потолочины в размере 150-200 мм наблюдаются в блоках № 2, 4 и приурочены к местам залегания железнослюдково-мартитовой и мартитовой руды со средней прочностью 3,25 МПа. Изолинии осадок ориентированы по простиранию залежи железнослюдково-мартитовой и мартитовой руды вдоль границы с мартит-гидрогематитовой рудой. В блоках № 1, 5, 6, расположенных преимущественно в более прочной мартит-гидрогематитовой руде со средней прочностью 10,0 МПа, наблюдения за осадками массива БЖР ведутся по группам реперов № 11-29 с начала 2010 г. Поэтому зафиксированные оседания относительно невелики – от 10 до 30 мм. Максимальные оседания в этой группе (30 мм) вызваны большим объемом горных работ в блоке № 5. По этой же причине максимум скоростей оседаний массива БЖР (16 мм/мес) расположен в районе блока № 5.

Выявленный характер оседаний целика рудной толщи позволит более достоверно оценивать состояние и прогнозировать поведение рудного массива, обосновывать эффективные мероприятия по недопущению прорыва воды из неосушенного карбонового водоносного горизонта в горные выработки.