

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ВАРИАЦИЙ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ВОДОНАСЫЩЕННОГО КОЛЛЕКТОРА ПРИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВАХ (ПО ДАННЫМ
МОНИТОРИНГА НА ПОЛИГОНЕ «ГУБКИН» КМА)**

Э. М. Горбунова*, С. М. Петухова, Н. В. Кабыченко, А. В. Караваев

Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

**E-mail: emgorbunova@bk.ru*

Территория разработки Коробковского и Лебединского железорудных месторождений Курской магнитной аномалии (КМА) относится к природно-техногенной геосистеме, так как подвержена интенсивной антропогенной нагрузке. В квазистационарных условиях вариации уровня подземных вод представляют собой индикатор объемного деформирования коллектора. Гидрогеологические отклики асинхронны вариациям атмосферного давления и используются для определения надежности изоляции водоносного горизонта от выше- и нижезалегающих слоев. Запаздывание гидрогеологического отклика на земные приливы рассматривается в качестве основного параметра для оценки водопроводимости и проницаемости водонасыщенного коллектора. Реакция подземных вод на проведение промышленных взрывов в шахте Коробковского месторождения и в карьере Лебединского месторождения регистрируется преимущественно в виде осцилляций порового давления в системе «пласт-скважина» при сейсмическом воздействии.

Наряду с косейсмическими эффектами в ряде случаев после проведения промышленных взрывов в шахте и карьере прослежены постсейсмические снижения уровня архей-протерозойского водоносного комплекса, приуроченного к надрудной толще. Среди постсейсмических эффектов могут быть выделены два вида. Первый – локальный в виде искажения приливного отклика с амплитудами от 2 до 7 мм в течение первых часов после промышленного взрыва. Второй вид представлен постепенным снижением уровня на протяжении от первых суток до 12. Максимальное снижение уровня составило 30 см в течение 6 суток на приведенном расстоянии 70 м/кг^{1/3}. Подобные процессы в альб-сеноманском водоносном горизонте нижнего-верхнего мела, развитом в песчаных отложениях, не отмечено.

Механизмы постсейсмических эффектов свидетельствуют о нарушении поропругой реакции водонасыщенного коллектора и обусловлены гидрогеодинамическими процессами, связанными с оттоком подземных вод на заполнение зон техногенной и подновленной трещиноватости. В первом случае локальное эпизодическое осложнение приливного отклика может быть вызвано скин-эффектом, а именно изменением трещиноватости обводненных пород в околоскважинном пространстве. Во втором – продолжительное снижение пьезометрической поверхности подтверждает наличие гидравлической взаимосвязи между трещинно-пластовыми и трещинно-жильными водами, получающими преимущественное развитие в пределах шахтного поля.

Необходимо отметить, что за 6-летний период наблюдений максимальные снижения уровня архей-протерозойского водоносного комплекса прослежены при проведении взрывов в камерах, расположенных ниже по направлению подземного потока относительно пунктов наблюдений. Детальный анализ графиков временного снижения уровня подземных вод позволил оценить пьезопроводность и упругую водоотдачу пласта. Полученные данные использованы для определения общего объема оттока воды на заполнение зон техногенной и подновленной трещиноватости. Прослеженное постепенное постсейсмическое снижение свидетельствует об изменении фильтрационной структуры массива.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 125012200570-5).

HYDROGEOLOGICAL INDICATORS OF VARIATIONS IN FILTRATION PROPERTIES OF A WATER-SATURATED RESERVOIR DURING INDUSTRIAL BLASTS (BASED ON MONITORING DATA AT THE GUBKIN TEST SITE, KMA)

E. M. Gorbunova*, S. M. Petukhova, N. V. Kabichenko, A. V. Karavaev

Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**E-mail: emgorbunova@bk.ru*

The territory of the Korobkovskoe and Lebedinskoe iron ore deposits of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA) belongs to a natural-technogenic geosystem, as it is subject to intense anthropogenic load. Under quasi-stationary conditions, variations of underground water level serve as an indicator of volumetric deformation of the reservoir. Hydrogeological responses are asynchronous to variations in atmospheric pressure. They are used to determine the reliability of the aquifer's isolation from overlying and underlying layers. The delay of the hydrogeological response to Earth tides is considered to be the primary parameter for assessing the transmissivity and permeability of a water-saturated reservoir. Reactions of underground water to industrial blasting in the Korobkovskoe deposit mine and the Lebedinskoe deposit quarry are recorded primarily as pore pressure oscillations in the system «*reservoir-well*» under seismic impact.

Along with coseismic effects, in some cases after industrial blasts in the mine and quarry, post-seismic lowerings of the Archean-Proterozoic aquifer level, confined to the above-ore strata, are observed. Two types of post-seismic effects can be distinguished. The first type is local, manifesting as a distortion of the tidal response with amplitudes from 2 to 7 mm during the first hours after the industrial blast. The second type is represented by a gradual water level decrease from the first day up to 12 days. The maximum recorded level decrease was 30 cm over 6 days at a scaled distance of $70 \text{ m/kg}^{1/3}$. No such processes were observed in the Albian-Cenomanian aquifer of Lower-Upper Cretaceous, confined to sandy deposits.

The mechanisms of the recorded post-seismic effects indicate a disturbance in the poroelastic response of the water-saturated reservoir and are caused by hydrogeodynamic processes associated with groundwater outflow to fill the zones of technogenic and rejuvenated fracturing. In the first case, the local episodic complication of the tidal response may be caused by the skin effect, namely, the change in the fracturing of water-bearing rocks in the near-well space. In the second case, the prolonged lowering of the piezometric surface confirms the presence of a hydraulic connection between fracture-stratal and fracture-vein waters, which predominantly develop within the mine field.

It should be noted that over the 6-year observation period, the maximum declines in the level of the Archean-Proterozoic aquifer were observed during blasts conducted in chambers located downgradient relative to the observation points. A detailed analysis of the temporal underground water level lowering graphs allowed to estimate the piezoconductivity and elastic water loss of the aquifer. The obtained data were used to determine the total volume of water outflow required to fill the zones of technogenic and rejuvenated fracturing. The observed gradual post-seismic lowering indicates a change in the filtration structure of the massif.