

<https://doi.org/10.3176/oil.1999.2.03>

ОПЫТ ПОДРАБОТКИ ВОДНОГО ОБЪЕКТА (В УСЛОВИЯХ ЭСТОНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ)

EXPERIENCE OF UNDERWORKING A WATER BASIN (IN CONDITIONS OF ESTONIAN OIL SHALE DEPOSIT)

Н. ДОМАНОВА

Центр прикладных исследований
АО «Ээсти Пылевкиви»
Яама 10, Йыхви
41502 Эстония

N. DOMANOVA

Centre for Research in Applied Science
AS Eesti Põlevkivi
10 Jaama, Jõhvi
41502 Estonia

The consequences of underworking Lake Kalina situated in the area of the Viru main field of the Estonian oil shale deposit are given.

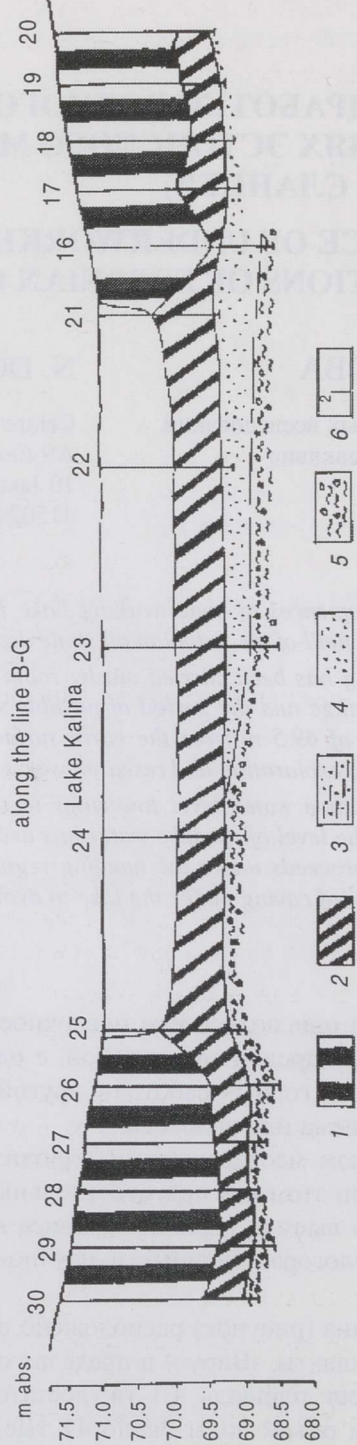
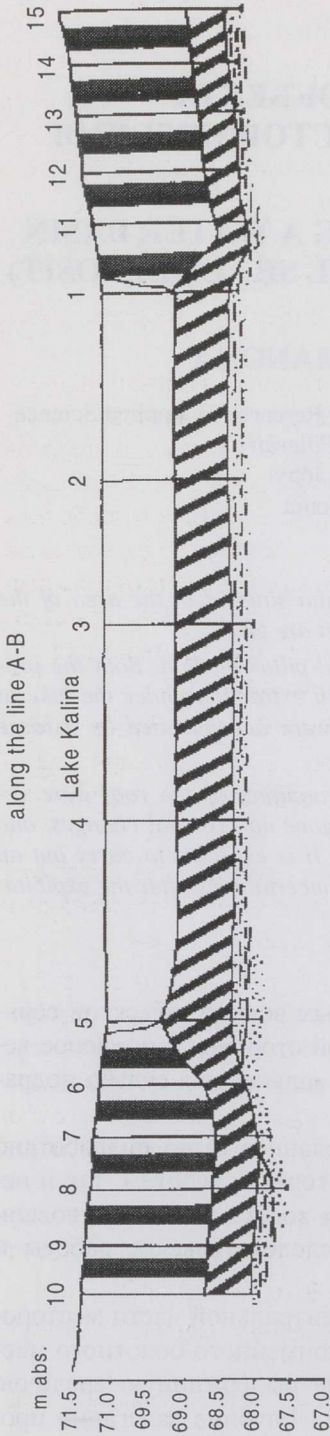
The mining has been carried out by room-and-pillar method. Both the preliminary stage and the period of payable seam extraction under the lake at the depth of 49.5 m from the earth surface were accompanied by a large complex of exploration and research works.

The respective water level lowerings in the aquifers of the roof were recorded. The level of the lake water has undergone no essential changes, and the lake proceeds under the hanging regime. It is expected to carry out an artificial roof caving under the lake to avoid uncertainties after the exploitation.

В горном деле при подработке поверхностных водных объектов серьезную проблему представляют собой, с одной стороны, безопасное ведение подземных горных работ, а с другой – дальнейшая судьба подработанного водоема или водотока.

На Эстонском месторождении горючих сланцев было подработано оз. Калина. При этом как подготовительным горным работам, так и непосредственно выемке горючих сланцев под водоемом сопутствовали обширные геологоразведочные и научно-исследовательские работы и наблюдения.

Озеро Калина (рисунок) расположено в центральной части месторождения (поле шахты «Виру») в пределах одноименного болотного массива. Оно имеет площадь 4,1 га, достаточно выдержанную среднюю глубину 1 м и объем воды около 41 тыс. м³. Глубина залегания промышленного пласта горючих сланцев составляет в среднем (при небольших колебаниях) 49,5 м, вынимаемая мощность 2,7 м.



Геологические разрезы оз. Калина. Условные обозначения: 1 – слаборазложившийся торф; 2 – сапропель; 3 – илистый песок; 4 – тонкозернистый песок; 5 – суглинок с обломками интрузивных пород; 6 – скважины ручного бурения

Geological cross-sections of Lake Kalina. Legend: 1 - poorly decomposed peat; 2 - sapropel; 3 - silty sand; 4 - fine sand; 5 - sandy loam with fragments of intrusive rocks; 6 - hand-drilled wells

Исследования проведены в два этапа. Первый был осуществлен в порядке собственной инициативы; второй – по предписанию Службы охраны окружающей среды Ида-Вирумаа, заинтересованной в научном эксперименте по изучению изменения геологической среды и гидрогеологических условий района оз. Калина в зависимости от принудительной посадки кровли. Этой же службой был согласован проект ведения горных работ. Перерыв между этапами составил неполных одиннадцать лет.

На первом этапе озеро было «оконтурено» подготовительными выработками с трех сторон. Расстояния от берегов составляли 40–70, 90–100 и 400 м. Один подготовительный штрек был пройден непосредственно под водоемом.

Научно-исследовательские и геолого-разведочные работы первого этапа были следующими: оценка геолого-гидрогеологического строения пород кровли; обследование озера; зондирование дна и берегов озера (рисунок); гидрогеологическая съемка подземных горных выработок; регулярные наблюдения за водопритоками в горных выработках по опорным точкам; регулярные наблюдения за уровнем воды в озере и водоносных горизонтах кровли по специально оборудованным режимным скважинам (на расстоянии 28–30 м от уреза воды в озере); сезонное гидрохимическое опробование поверхностных и подземных вод.

Гидрогеологический разрез пород кровли представляют:

- Водоносный горизонт четвертичных отложений – болотные торфы мощностью 1,7 м, подстилаемые полуметровым слоем сапропеля, и лимногляциальные пески вскрытой мощностью 0,6 м, подстилаемые мореной мощностью 2,1 м.
- Кейла-йыхвиский и идавере-кукрузеский подгоризонты (карадогский и лландейловский ярусы среднего ордовика) – известняки с разной степенью трещиноватости и глинистости.

Четвертичный водоносный горизонт гидравлически связан с озером, а от нижележащих горизонтов грунтовые и озерные воды отделены гляциальными глинами и оандускими мергелями (карадогский ярус среднего ордовика). Мощность кейла-йыхвиского подгоризонта около 20 м, идавере-кукрузеского – 16–17 м. Между ними присутствует относительный водоупор – серия маломощных прослоев мергеля и метабентонита общей мощностью 1,5–2,0 м.

Коллекторские и фильтрационные свойства пород кровли непосредственно на участке расположения озера не изучались а в масштабах шахтного поля в целом они оцениваются следующим образом [1]:

- Водопроницаемость идавере-кукрузеского подгоризонта $25 \text{ м}^2/\text{сут}$, водоотдача 2×10^{-4} .
- Коэффициент фильтрации относительного водоупора в кровле горных выработок $1 \times 10^{-3} \text{ м}/\text{сут}$.

- Коэффициент фильтрации относительного водоупора между идавере-кукрузеским и кейла-йыхвиским подгоризонтами в пределах горных работ 2×10^{-3} м/сут.
- Водопроницаемость кейла-йыхвиского подгоризонта $50 \text{ м}^2/\text{сут}$, водоотдача 2×10^{-2} .

В результате подготовительных горных работ (первый этап исследований) уровни воды в подгоризонтах карбонатной кровли понизились по сравнению со статическими примерно на 10 м в кейла-йыхвиском и на 20 м в идавере-кукрузеском, а отрыв вод четвертичного горизонта и озерных от «коренных» составил около 10 и 25 м соответственно.

Особенно эффективную роль в дренаже пород кровли играла мощная карстовая зона, вскрытая подготовительными (а позднее и очистными) выработками на большой площади, в том числе и в непосредственной близости от озера. Озеро оказалось подвешенным, и его воды могли поступать в «коренные» породы и горные выработки только инфильтрацией через четвертичные отложения.

В описываемой зоне были отмечены явные признаки просачивания болотных (озерных?) вод – запах сероводорода, повышенная окисляемость и содержание иона NH_4^+ в выходах воды из кровли. Однако существенных изменений объема воды в озере, судя по не изменившемуся за четырнадцать лет регулярных и «разовых» наблюдений уровню, не произошло.

Результаты работ первого этапа позволили сделать следующие выводы:

- Озеро можно подработать, используя широко практикуемую на месторождении камерную технологию выемки, при которой основной кровлей управляют столбчатые междукамерные целики с соответствующими параметрами, а непосредственная кровля поддерживается анкерной крепью.
- При подработке не ожидается аварийного прорыва озерных вод в выработки.
- Во избежание неопределенности и неуправляемости в развитии послеэксплуатационного процесса целесообразна последующая принудительная посадка кровли.

Второй этап был связан с подработкой озера с сентября 1995 г. по июль 1996 г. Наблюдения за уровнем режимом по наблюдательным скважинам и реперу на озере были начаты после почти одиннадцатилетнего перерыва, когда горные очистные работы приблизились к озеру на расстояние 70–80 м, и продолжают до сих пор. Кроме того, обследованы подземные горные выработки под озером и близ него.

К началу наблюдений второго этапа ситуация по сравнению с первым этапом изменилась следующим образом:

- Уровень воды в озере повысился на 20–30 см (здесь нельзя исключить влияния изменчивости климатических параметров).
- Уровень воды в кейла-йыхвиском подгоризонте остался практически неизменным, с возможным снижением в 0,5–1,0 м.
- Уровень воды в идавере-кукрузеском подгоризонте снизился примерно на 5 м.

В период непосредственной подработки озера и в последующее время существенных изменений не произошло.

Выемка горючих сланцев велась в полном соответствии с технологической схемой, без какой-либо целенаправленной корректировки размеров целиков [2]. Необходимо отметить, что в настоящее время разработана и принята усовершенствованная методика расчета параметров целиков [3].

Высота кровли под озером и в непосредственной близости от него была нормальной (равно как и степень трещиноватости) – 2,80–2,85 м, тогда как в аномальной карстовой зоне она варьировала от 3,20–3,30 м до 3,80–3,90 м. Практическая неизменность уровенного режима хорошо согласуется с наблюдениями в горных выработках: кровля выработок под озером почти повсеместно была сухой, за исключением отдельных слабо-обводненных трещин. На сегодняшний день остаточная мощность верхнего водоносного горизонта карбонатной кровли составляет приблизительно 15 м, нижнего – около 6 м.

Таким образом, оз. Калина по-прежнему имеет подвешенный режим: вода из него поступает в горные выработки путем инфильтрации через породы кровли очень медленно и в незначительном объеме, не позволяющем зафиксировать это имеющимися методами. Сохраняющееся много лет относительное гидродинамическое равновесие может быть нарушено только при сдвигении пород кровли.

Подработка оз. Калина служит прецедентом подработки водных объектов в аналогичных горно-геологических условиях. Принудительная посадка кровли пока не проведена.

EXPERIENCE OF UNDERWORKING A WATER BASIN (IN CONDITIONS OF ESTONIAN OIL SHALE DEPOSIT)

N. DOMANOVA

Summary

The results of underworking a surface water basin - Lake Kalina, situated in the area of the Viru mine field in the central part of the Estonian oil shale deposit - are given in this article. The lake is situated on a large bog expanse, its area is 4.1 ha, and at the average (quite even) depth of 1 m it holds about 41,000 m³ of water.

Oil shale payable seam stratifies at the depth of 49.5 m, the thickness of extractable seam is 2.7 m.

Hydrogeological structure (Figure):

- Quaternary aquifer located on the bog peats and limnoglacial sands is hydraulically connected with the lake and is separated from the underlying horizons by glacial clays and marls of the carbonate complex.
- Two subaquifers of the carbonate complex with water conductivity (from top to down) 25 m²/day and 50 m²/day, respectively, are separated with a relatively waterproof layer with a 2×10^{-3} m/day coefficient of filtration.

As a result of the development works (the first stage of study), the levels of water lowered in comparison with the static level roughly by 10 m in the upper and by 20 m in the lower subhorizons of the carbonate roof. The drop in the waters of the lake and Quaternary aquifer with respect to the "bed" waters was about 10 m and 25 m, respectively.

It turned out that the lake is hung up and its waters could enter the bedrocks and mine workings only filtrating through the Quaternary sediments. Observations of many years indicated that there occurred no changes in the lake water regime and therefore no change in the volume of water of the lake.

The results of the first stage allowed us to conclude that lake may be underworked by room-and-pillar mining without breaking lake waters. Moreover, it is feasible to carry out a subsequent artificial caving in order to avoid uncertainties after the exploitation.

The underworking of the lake (the second stage of the study) has been carried out from September 95 till July 96, after an eleven-year break from the first stage. The situation concerning the water level regime was following: no obvious changes in the lake and in the upper subaquifer had happened, but in the lower subaquifer the water level had lowered by 5 m approximately. The situation has remained almost the same from underworking till the present time (April 1998). This is in line with the observations made in mine working:

- No anomaly concerning roof rock jointing has been recorded
- The height of the roof is normal, i.e. 2.80-2.85 m
- Roof of drifts was dry almost everywhere, except for single weakly water invaded fractures

Thus, Lake Kalina proceeds under the hanging regime. The relative hydrodynamic equilibrium kept for many years could be disturbed only at the displacement of roof rocks. An artificial caving has not been carried out yet.

The underworking of the lake is a precedent for water basin underworking under analogous mining-and-geological conditions.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенщикова О. А., Доманова Н. И., Норватов Ю. А. Техногенный режим подземных вод в стратифицированном осадочном комплексе на Эстонском месторождении горючих сланцев // Oil Shale. 1985. Vol. 2, No. 1. P. 23-30.

2. Технологическая схема очистных и подготовительных работ при камерной системе разработки для шахт производственного объединения «Эстонсла-нец» / ИГД им. А. А. Скочинского. – М., 1979.
3. Allmaakaevandamisel maapinna ja ehitiste hoidmise-kord. Riigi Teataja Lisa, nr. 211, 19. Detsember 1997. Art. 1116. Lk. 7659-7686 [на эстонском языке].

Presented by E. Reinsalu

Received May 5, 1998