УДК 624.131:627.4

**С.Н.КРАСЕВ, И.А.СТЕПАНЕНКО**
*Гидропроект*

# О СОСТОЯНИИ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ ИСТРИНСКОГО ГИДРОУЗЛА

Земляная плотина Истринского гидроузла отсыпана всухую из песчаных грунтов. Уровень воды в ней находится на отметке 20 м ниже гребня. Грунты в теле плотины в переуплотненном состоянии. Зондирование проведено только до глубины 1,5-2,0 м. Переуплотненные пески по прочности соответствуют слабосцементированным песчаникам, в которых нельзя внедрить статический и динамический зонды.

The dam consists of sandy ground; its water level is equal to 20 m lower the crest of the dam. The ground inside the dam is in extremely compressed state. Sounding has been effected up to 1,5-2,0 m only. The strength of extremely compressed sand corresponds to such sandstones that hamper the employment of either static or dynamic sondes.

В связи с подготовкой декларации о безопасности было проведено обследование состояния земляной плотины Истринского гидроузла. Истринский гидроузел построен в составе сооружений канала им. Москвы и введен в эксплуатацию в 1936 г. Техническая документация по нему была утрачена во время оккупации в 1941 г., поэтому исходные данные по характеристике грунтов отсутствуют.

Земляная плотина отсыпана насухо из песчаных грунтов. Напорная грань защищена противофильтрационным экраном из моренных суглинков. Длина плотины по гребню равна 487 м. Абсолютная отметка гребня плотины составляет 172,66 м, основание располагается в пределах абсолютных отметок 148,5-171,85 м. Уровень воды в теле плотины находится на 20 м ниже отметки гребня.

Состав и состояние песчаной насыпи тела плотины исследовались с помощью бурения, статического и динамического зондирования, электроразведки методом ВЭЗ и лабораторных испытаний образцов грунта.

Основные результаты выполненных работ следующие.

Плотина отсыпана в основном из песков средней крупности со значительным содержанием крупных песков и рассеянными включениями гравия и гальки. Осредненный гранулометрический состав основных песчаных разностей и показатели сортированности приведены в табл.1.

Показатели физических свойств песков по данным лабораторных анализов представлены в табл.2.

Из приведенных данных следует, что грунты в теле плотины находятся в переуплотненном состоянии ($D > 1$). Это косвенно подтверждается зондированием: проведение пенетрации оказалось возможным только в самых верхах песчаной насыпи до глубины 1,5-2,0 м. Ниже внедрить зонд ни задавливанием, ни ударом не удалось.

По данным электроразведки насыпь в теле плотины имеет двуслойное строение. До глубины 5-10 м геоэлектрическое сопротивление равно ~200 Ом·м, ниже увеличивается до 300 Ом·м. По-видимому, в верхней части разреза сказывается влияние поверхностного разуплотнения в зоне сезонного промерзания.

Существенно повышенными значениями плотности и переуплотненным состоянием характеризуются грунты, отсыпанные на гребне плотины. Они относятся к крупным пескам и по гранулометрическому составу мало отличаются от аналогичных разностей в теле плотины (табл.3).

Вместе с тем, физические свойства этих песков значительно разнятся (табл.4).

*Таблица 1*

| Грунт | Содержание фракций (мм), % | | | | | | | $d_{10}$, мм | $d_{60}$, мм | $K_н = d_{10}/d_{60}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > 5 | 5-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | < 0,1 | | | |
| Песок средней крупности | 5,4 | 5,3 | 9,0 | 21,3 | 44,7 | 11,0 | 3,3 | 0,2 | 0,5 | 2,5 |
| Песок крупный | 7,0 | 7,6 | 13,8 | 26,6 | 33,7 | 7,8 | 3,5 | 0,23 | 0,7 | 3,04 |

*Таблица 2*

| Грунт | Влажность $W$ | Плотность, г/см$^3$ | | | Коэффициент пористости | $S$ | Нарушенное сложение | | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ρ | $\rho_d$ | $\rho_s$ | | | $\rho_d$, г/см$^3$ (max/ min) | e (max/ min) | |
| Песок средней крупности | 0,056 | 1,78 | 1,69 | 2,66 | 0,582 | 0,27 | 1,66/1,43 | 0,861/0,603 | 1,08 |
| Песок крупный | 0,062 | 1,85 | 1,74 | 2,66 | 0,529 | 0,31 | 1,73/1,50 | 0,773/0,537 | 1,03 |

*Таблица 3*

| Грунт | Содержание фракций (мм), % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | > 5 | 5-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | < 0,1 |
| Песок крупный (тело плотины) | 7,0 | 7,6 | 13,8 | 26,6 | 33,7 | 7,8 | 3,5 |
| Песок крупный (гребень плотины) | 6,1 | 6,4 | 11,5 | 28,6 | 32,4 | 11,0 | 4,0 |

*Таблица 4*

| Грунт | Влажность $W$ | Плотность, г/см$^3$ | | | e | $S$ | Нарушенное сложение | | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ρ | $\rho_d$ | $\rho_s$ | | | $\rho_d$, г/см$^3$ (max/ min) | e (max/ min) | |
| Песок крупный (тело плотины) | 0,062 | 1,85 | 1,74 | 2,66 | 0,529 | 0,31 | 1,73/1,50 | 0,773/0,537 | 1,03 |
| Песок крупный (гребень плотины) | 0,062 | 1,96 | 1,85 | 2,66 | 0,438 | 0,38 | 1,80/0,612 | 0,462/0,612 | 1,16 |

Обращает на себя внимание высокая степень переуплотненности грунта ($D = 1,16$). Это явление связано, по-видимому, с длительным (почти 70 лет) воздействием на песок динамических нагрузок от проходящего по гребню плотины транспорта.

Проведенные исследования показывают, что плотина, отсыпанная из песков, при низком положении депрессивной кривой с течением времени увеличивает свою прочность за счет переуплотнения грунтов. Переуплотненные средне-крупнозернистые пески по прочности приближаются к слабосцементированным песчаникам. Они с трудом поддаются ударному бурению и не поддаются внедрению зонда при статической и динамической пенетрации.