

УДК 693.54.627.82

В.А.Калинин (5 курс, каф. ТОиЭС), В.И.Телешев, к.т.н., проф.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УКАТАННОГО БЕТОНА В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ ПЛОТИНОСТРОЕНИЯ

В современной практике плотиностроения применение технологии укатанного бетона является основным способом повышения интенсивности и уровня механизации строительства. Исследования по данной проблеме, проводившиеся рядом стран (США, Италия, Япония, СССР) показали экономическую эффективность способа.

Далее рассмотрены основные результаты применения технологии укатанного бетона в различных странах:

1. Япония. В Японии малоцементный бетон и технология его укладки получили общее название RCD (Rolled compacted dams). С использованием RCD на данный момент возведено более 12 плотин. Наиболее крупные из них – плотины Шимаигава ($H_{\max} = 89$ м, $L = 240$ м, $V = 317$ тыс.м³) и Тамагава ($H_{\max} = 100$ м, $L = 495$ м, $V = 1,14$ млн.м³).

При возведении плотины Шимаигава (1980 год) схема укладки бетона была следующей: от бетонного завода $\Pi = 360$ м³/ч смесь с помощью кабель-крана г/п = 9,5 т транспортировалась в передвижной бункер, из которого самосвалами доставлялась в блоки и разравнивалась бульдозерами ($t_{\text{слоя}}$ принималась 50 и 70 см). Далее смесь уплотнялась виброкатками марки BW-200 (N проходок: 2 без вибрации, 9 с вибрацией при $t_{\text{слоя}} = 50$ см; 2/13в при $t_{\text{слоя}} = 70$ см). Интенсивность бетонирования достигала $I_{\max} = 23,8$ тыс.м³/мес; 1,0 тыс.м³/сут.

На плотине Тамагава кроме кабель-крана был использован двухниточный бремсберг с бункерами $V = 9$ м³ каждый, с перегрузкой в самосвалы. $t_{\text{слоя}}$ была повышена до 75 см, введена доукатка слоев пневмомашинным катком статического действия, решено было отказаться от бетонирования в зимний период. Интенсивность повысилась до $I_{\max} = 80,0$ тыс.м³/мес; 5,8 тыс.м³/сут.

2. США. В настоящее время сложились два подхода к проектированию плотин из укатанного бетона: ярким примером служат плотины Уиллоу Крик ($H_{\max} = 66$ м, $L = 518$ м, $V = 314$ тыс.м³, проект Корпуса Военных Инженеров); Аппер Стилуотер ($H_{\max} = 87$ м, $L = 823$ м, $V = 1,15$ млн.м³, проект Бюро Мелиорации).

Плотина Уиллоу Крик (1982 г.) – первая в мире плотина целиком из укатанного бетона, для ее возведения использовался жесткий бетон 4-х составов, отличавшихся содержанием вяжущего. При бетонировании слоями $t_{\text{слоя}} = 30$ см использовалась следующая технологическая цепь: три скрепера, бульдозер, два катка и две поливомоечные машины. Бетонный завод имел $\Pi = 330$ м³/час. При укладке бетона 16-часовыми сменами полной рабочей неделей строительство было завершено за 5 мес. I_{\max} была доведена до 4,5 тыс.м³/сут. Однако в период эксплуатации наблюдалась весьма интенсивная фильтрация по горизонтальным швам.

Бюро Мелиорации при проектировании плотины Аппер Стилуотер приняло решение укрепить верховую и низовую грани слоями вибрированного бетона. Бетон в блоках разравнивался электробульдозерами и уплотнялся виброкатками «Дупарас СС-50А» (N проходок: 2/8в при $t_{\text{слоя}} = 33$ см). Интенсивность достигала $I_{\max} = 7,6$ тыс.м³/сут. В период эксплуатации было отмечено повышенное количество трещин. Для транспорта бетонной смеси в обоих случаях были использованы бремсберги. Вертикальных температурно-усадочных швов в обоих случаях предусмотрено не было.

3. КНР. 50 % всех плотин, возведенных в мире с использованием этой технологии, расположены именно в Китае. Отметим лишь плотину Кенгку, построенную в 1986 г. за 6 мес. и имеющую следующие характеристики: $H_{\max} = 57$ м, $L = 123$ м, $V = 60$ тыс.м³. Для строительства этой сравнительно небольшой плотины впервые была теоретически обоснована и доказана практикой целесообразность применения золы-уноса не только как вяжущего, но и как наполнителя. Транспортировался бетон самосвалами; $t_{\text{слоя}}$ была 50 см, уплотнялась катком BW-200; поверхность предыдущего слоя перед бетонированием последующего обрабатывалась скарификатором, промывалась и покрывалась цементным раствором. В период эксплуатации в плотине практически не было обнаружено трещин.

4. СССР. В период с 1975 г., не считая опытных укладок на Токтогульской и Зейской плотинах, из укатанного бетона были возведены: сопрягающая стенка ($H_{\max} = 22$ м, $L = 115$ м, $V = 12$ тыс. м³) и плотина ($H_{\max} = 75$ м, $L = 215$ м, $V = 250$ тыс. м³) Ташкумырской ГЭС, а также переливная стенка (элемент строительного водосброса) Курейской ГЭС высотой 18 и длиной 150 м.

На сооружениях Ташкумырского г/у была использована смешанная система разрезки на блоки – устроен верховой столб толщиной 5 м из вибрированного бетона М200В8, а низовой клин выполнялся из укатанного бетона. От бетонного завода $\Pi = 60$ м³/ч смесь транспортировалась самосвалами КамАЗ-5514, в блок доставлялась краном КБГС-450, в пределах блока распределялась бетоновозом «Нарын», разравнивалась бульдозером М-633Б и уплотнялась катками ГРВ-101 и BW200. За период с марта по ноябрь 1987 г. уложили ~70% общего V бетона плотины.

Переливная стенка Курейской ГЭС характерна тем, что здесь через водослив из укатанного бетона без защиты водосливной поверхности был пропущен паводок, и по окончании перелива не было отмечено повреждений поверхности.

В настоящее время технология укатанного бетона используется на строительстве плотины Бурейской ГЭС, но ее применение сталкивается с рядом трудностей.

С учетом всего вышесказанного можно выделить следующие аспекты перспектив дальнейшего использования укатанного бетона:

- 1) Применение укатанного бетона в мировой практике показало его большие достоинства, поэтому при рассмотрении вариантов плотин практически во всех случаях нужно рассматривать такой вариант.
- 2) Конструкции плотин должны проектироваться с расчетом использования этой технологии. Целесообразно максимально возможное исключение различного рода отверстий из тела плотины и вынос их в другие места (например, в туннели). В стационарных частях плотин – вынос подводных трубопроводов на низовую грань или устройство "скользящего шва". Примером технологически ориентированных проектов может служить проект Гилюйской ГЭС. При конструкции плотины с верховым столбом из укатанного бетона следует рассматривать вариант омоноличивания с объемными замыкающими блоками.
- 3) Особо ответственно следует подходить к проектированию и оснащению бетонного хозяйства, так как преимущества технологии укатанного бетона могут быть реализованы только при его высокой Π и надежности. Можно рекомендовать заводы непрерывного действия, оснащенные бетоносмесителями принудительного перемешивания. Целесообразно также использовать отдельный бетонный завод только для приготовления ОЖБС.

- 4) Применение технологии укатанного бетона в зимний период нуждается в дополнительном научном анализе и проработке в проектных организациях.